

TARTU ÜLIKOOL
ÖKOLOOGIA JA MAATEADUSTE INSTITUUT
ZOOLOOGIA OSAKOND
ZOOLOOGIA ÕPPETOOL

Ingrid Talgre

**TÄHNIKSINITIIBADE *PHENGARIS ALCON* JA *P. REBELI* LEVIK JA ÖKOLOOGIA – MIDA TULEKS
ARVESTADA LIIGI KAITSE KAVANDAMISEL**

Bakalaureusetöö

Juhendajad: MSc Margus Vilbas
PhD Tiit Teder

TARTU 2013

Sisukord

1. Sissejuhatus	4
2. Süstemaatika.....	6
3. Elukäik ja ökoloogia.....	9
3.1 Valmikute ökoloogia.....	9
3.2 Röövikute toidutaimed.....	9
3.3 Suhted sipelgatega	11
4. Levik.....	16
4.1 <i>P.alcon</i>	16
4.2 <i>P. rebeli</i>	17
4.3 <i>P.alcon</i> / <i>P. rebeli</i> Eestis.....	17
5. Kaitse.....	20
5.1 Ohutegurid	21
5.1.1 Põllumajandus.....	22
5.1.2 Elupaikade kinnikasvamine.....	24
5.1.5 Ilmastik.....	25
5.1.6 Kolleksioneerimine	26
5.2 Kaitsepraktikad	26
5.2.1 Karjatamine	27
5.2.2 Niitmine.....	27
5.2.3 Koostöö maaomanikega	28
5.2.4 Toidutaime kaitse	28
6. Arutelu	29
7. Kokkuvõte	33
8. Summary.....	35
9. Tänuavaldused	37
10. Kasutatud kirjandus	38
11. Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks	47

1. Sissejuhatus

Enam kui 6000 liigiga moodustab sinilibliklaste (*Lycaenidae*) sugukond umbes ühe kolmandiku kõikidest päevaliblikate ülemsugukonda *Papilionoidea* kuuluvatest liikidest (Pierce jt, 2002). Vähemalt 50% sinilibliklastest on mõnes kasvujärgus seotud sipelgatega (Pierce jt, 2002). Suur osa sinilibliklasi on elupaigaspetsialistid ning detailsed teadmised liikide ökoloogiast ning populatsioonidünaamikast on võtmetähtsusega sinilibliklaste jätkusuutlikul kaitsel.

Tähniksinitiib (*Phengaris* Doherty, 1891, sünonüümina on kasutusel ka *Maculinea*) on keerulise elukäiguga Palearktise regiooni sinilibliklaste perekond. Nende röövikud toituvad esimestes kasvujärgudes kindla toidutaime õitest, seejärel aga obligatoorsete pesaparasiitidena rautsikute kolooniates (Thomas jt, 1989). Euroopas esineb 4 või 5 liiki tähniksinitiibu: nõmme-tähniksinitiib (*Phengaris arion* Linnaeus, 1758), *Phengaris teleius* (Bergsträsser, 1779), tume-tähniksinitiib (*Phengaris nausithous* Bergsträsser, 1779), soo-tähniksinitiib (*Phengaris alcon* Denis & Schiffermüller, 1775) ja *Phengaris rebeli* (Hirschke, 1904). Seejuures kahe viimase puhul ei ole nende taksonoomilise staatuse küsimus lõpuni lahendatud. Morfoloogilisi erinevusi ei ole nende vahel leitud, samuti ei leitud hiljutistes uuringutes *P. alcon*'i ja *P. rebeli* vahel geneetilisi erinevusi (Sielezniew jt, 2012). Samas on nende vahel tuvastatud märkimisväärsed ökoloogilisi erinevusi, eeskätt toidutaime- ja peremeessipelgate kasutuses. Seetõttu on *P. rebeli*'t ja *P. alcon*'it peetud ka ühe ja sama liigi erinevateks alamliikideks (Thomas jt, 1989) või ökotüüpideks (Sielezniew jt, 2012). Kuna ökoloogilised erinevused tingivad olulisi erinevusi ka vastavate populatsioonide elupaikades ja kaitsestrateegiates, käsitlen neid järgnevas siiski eraldi ja nimetan neid tinglikult ökotüüpideks.

Kahekümnendal sajandil on tähniksinitiibade arvukus kõikjal Euroopas vähenenud ning tänaseks on tähniksinitiibadest saanud eriti ohustatud sinilibliklaste perekond (Munguira ja Martin, 1999; Van Swaay ja Warren, 1999). Seoses valimisega kaitseliselt prioriteetsete liikide hulka Rahvusvahelise Looduskaitseliidu (IUCN) poolt on neist saanud liblikakaitses väga olulised lipuliigid (Elmes ja Thomas, 1992; Thomas 1995; Thomas ja Settele, 2004). Oma keerulise elutsükli tõttu on tähniksinitiibade populatsioonid erinevate keskkonnategurite, elupaiga kvaliteedi, suuruse ja sidususe suhtes eriti tundlikud (Mouquet jt, 2005). Keeruliste ainulaadsete obligatoorsete seoste põhjalik tundmine võib olla

võtmefaktoriks tähniksinitiibade jätkusuutlikul kaitsel. Kuna kliimatingimused ning tähniksinitiibade toidutaimed ja peremeessipelgad varieeruvad liigisiselt piki geograafilisi gradiente märkimisväärselt (Sielezniew ja Stankiewicz, 2008), vajavad erinevates piirkondades populatsioonid individuaalset lähenemist.

Eestis on tähniksinitiivad esindatud kahe liigiga. Neist nõmme-tähniksinitiiva kohta on teada suhteliselt palju populatsioone (Vilbas jt, 2012). Teise liigi – *P. rebeli* / *P. alcon*'i – kohta olid veel hiljuti teada vaid üksikleiud, kuid 2012. aastal tuvastati esmakordselt ka siinsed püsipopulatsioonid (T. Teder, M. Vilbas, pers. komm.). Eestis on mõlemad tähniksinitiiva liigid liblikaliikide hulgas ühed ohustatumatest, sest neile sobivate elupaikade arv on väga kiiresti vähenenud, sobivad elupaigad killustunud ning seetõttu populatsioonid väiksed. Võrreldes teiste päevaliblikate on neil ka keerukas elutsükel erinevate obligatoorsete biootiliste seostega. Nõmme-tähniksinitiiva uurimisega on Eestis juba mitu aastat aktiivselt tegeldud (Vilbas jt, 2012). Seevastu *P. rebeli* / *P. alcon*'i arvukusest ja elupaikade asukohast, suurusest, samuti liigi ökoloogilistest eripäradest ülevaade puudub. Viimastest oluliseimana ei ole ka teada, millistel sipelgaliikidel *P. rebeli* / *P. alcon* Eestis parasiteerib.

Käesolev töö koondab kokku *P. rebeli* / *P. alcon*'i alase info Euroopast ja Eestist ning annab kirjanduse põhjal ülevaate nende süstemaatikast, elukäigust ja ökoloogiast, sh. eelistustest toidutaimede ja peremeessipelgate suhtes. Töö üheks oluliseks eemärgiks on teha ka ülevaade *P. rebeli* / *P. alcon*'i populatsioone mõjutavatest ohuteguritest ning koostada kirjanduse põhjal juhised, mis on vajalikud, et nende populatsioone Eestis edukalt kaitsta. Samuti antakse ülevaade *P. rebeli* / *P. alcon*'i levikust Eestis ning arutletakse muuhulgas selle üle, kumb neist kahest ökotüübist võiks meil esineda. Taustaks antakse põgus ülevaade ka teistest tähniksinitiiva perekonda kuuluvatest liikidest.

2. Süstemaatika

Palearktilise levikuga perekond tähniksiniit (Phengaris) on tõenäoliselt kõige põhjalikumalt uuritud sinilibliklaste takson (Thomas jt, 1989; Thomas ja Elmes, 1998; Thomas ja Elmes, 2001; Schönrogge jt, 2000; Van Dyck jt, 2000). Sellele vaatamata oli perekonna klassifikatsioon ja fülogenees pikka aega ebaselge (Fric jt, 2007). Eriarvamused ollakse muuseas ka eksisteerivate liikide arvu osas (Thomas ja Settele, 2004).

Üheks oluliseks eesmärgiks on olnud selgitada Phengaris klaadi fülogeneetiline positsioon ning selle seosed perekonnaga Maculinea Van Eecke, 1915. Ajalooliselt on nimetatud perekondi käsitletud eraldi (Fric jt, 2007), kuid hiljutised geneetilised uuringud sellist lähenemist ei õigusta (Als jt, 2004; Fric jt, 2007). On leitud, et liblikate morfoloogilise sarnasuse ning mõlemal perekonnal esineva unikaalse obligatoorse sipelgaseoselise parasitismi tõttu ei ole Maculinea ja Phengaris'e käsitlemine eraldiseisvate perekondadena põhjendatud (Pech jt, 2004). Kuna perekonnanimi Phengaris Doherty, 1891 võeti kasutusele varem kui Maculinea van Eecke, 1915 (Nash jt, 2008; Barbero jt, 2009), siis tuleb viimast käsitleda kui esimese nooremat sünonüümi (Fric jt, 2007).

Fülogeneetiliste uuringute tulemused on põhjustanud vaidlusi üksikute, ent looduskaitseks kõrge prioriteetsusega liikide taksonoomilise staatuse üle. Eelmainitu kehtib ka Euroopas ohustatud P. alcon'i ja P. rebeli kohta. Kuna neid morfoloogiliste tunnuste põhjal ei ole võimalik eristada, siis on neid erinevate taksonitena käsitletud peamiselt biotoobi, rööviku toidutaimede ja peremeessipelga kasutuse järgi (Als jt, 2004). P. rebeli asustab toitainetevaeseid kuivi rohumaid ja lubjarikkaid mägiseid niite (Munguira ja Martin, 1999), kus kasvab südame-emajuur (Gentiana cruciata), saksa emajuureke (Gentianella germanica) või põld-emajuureke (Gentianella campestris) (Steiner jt, 2003). Seevastu P. alcon asustab soiseid niitusid ja märgi rohumaid, kus kasvavad sinine emajuur (Gentiana pneumonanthe), süstlehine emajuur (Gentiana asclepiadea) või saksa emajuureke (Steiner jt, 2006). Hilisemad uuringud on näidanud, et P. alcon'i populatsioonid võivad kasutada toidutaimena sinise emajuure asemel ka südame-emajuurt, mistõttu P. alcon'i ja P. rebeli ökoloogilised erinevused ei ole siiski üheselt selged (Bereczki jt, 2006).

P. rebeli ja *P. alcon*'i parasitismi erinevatel peremeessipelgateel (Schönrogge jt, 2000; Körösi jt, 2008) on pikka aega peetud üheks peamiseks erinevuseks kahe ökotüübi vahel (Thomas jt, 1989). Algselt peeti *P. alcon*'i ja *P. rebeli* primaarseteks peremeessipelgateks vastavalt tavarautsikut (*Myrmica ruginodis* Nylander, 1846) ja häilurautsikut (*M. schencki* Viereck, 1903). Hiljutised uuringud seevastu näitavad, et parasiteeritavad peremeessipelgad võivad Euroopa piires märkimisväärselt varieeruda (Sielezniew ja Stankiewicz, 2008; Sielezniew ja Stankiewicz, 2009) ning vähemasti regionaalsel skaalal ei ole nimetatud liigid peremeessipelgate põhjal selgelt eristatavad (Thomas jt, 1989; Tartally jt, 2008). Samas on võimalik peremeessipelgate kaudu saada täiendavaid andmeid liblikate geneetilise varieeruvuse analüüsimiseks, kuid peremeessipelgate uurimise keerukuse tõttu ei ole see lähenemine tihti praktiline (Sielezniew jt, 2012).

Erinevusi kahe ökotüübi vahel on leitud ka röövikute kasvukiiruses. Adopteerimise järgset varieeruvust liblikaröövikute kasvutempos *P. alcon*'i ja *P. rebeli* populatsioonide seas võib seletada erinevatele emajuureliikidele kohanemisega (Sielezniew jt, 2012). Uuringud Poolas näitasid, et *P. rebeli* röövikud, kes kasutavad toidutaimena südame-emajuurt omandavad lõplikult kehamassist poole enne talvitumist. Sinisel emajuurel toituvad *P. alcon*'i röövikud omandavad valdava osa kehamassist aga alles järgmise aasta hiliskevadel. See on tõenäoliselt seotud sellega, et südame-emajuur on munemiseks sobivas konditsioonis umbes kuu aega varem, kui sinine emajuur ning viimasel toituvatel röövikutel tuleb lühem koloonias veedetud aeg kompenseerida kiirema hilise arenguga (Sielezniew ja Stankiewicz, 2007).

Geneetiliste uuringute tulemused ei anna piisavat alust käsitlemaks *P. alcon*'it ja *P. rebeli*'t eraldi liikidena. Hiljutised uuringud Kesk-Euroopas kinnitavad, et geneetiline lahknevus nimetatud liikide vahel on väiksem kui oletatud (Als jt, 2004). Samuti ei leitud liblikapopulatsioonide geneetiliste erinevuste uurimisel Poolas ja Leedus märkimisvääseid erinevusi liikide mitokondriaalse DNA järjestuses (Sielezniew jt, 2012). Samas näitasid eelmainitud uuringud seda, et geneetiline polümorfism erineb ökotüüpide hulgas märgatavalt: *P. alcon*'il on oluliselt suurem geneetiline mitmekesisus kui *P. rebeli*'l (Sielezniew jt, 2012). Ensüümide polümorfismi uuringud (Bereczki jt, 2006; Pecsénye jt, 2007) näitasid, et *P. alcon*'i ja *P. rebeli* populatsioonid Karpaatides on geneetiliselt sarnased ümberkaudsete populatsioonidega ning geneetilist erinevust ei ole leitud ka erinevaid biotoope asustavate populatsioonide vahel. Eelmainitu näitab seda, et nimetatud ökotüüpidel sarnastes elupaikades erinevused sisuliselt puuduvad ning elupaik on

peamiseks faktoriks ökotüübi kujunemisel. Ka Kagu-Euroopas läbiviidud vaatlused osutasid sellele, et peremeestaime kasutamine ja elupaiga omadused ei kinnita traditsiooniliselt eeldatud selgepiirilist erinevust *P. rebeli* ja *P.alcon*'i vahel (Fric jt, 2007). Samas idapoolseid *P.alcon*'i populatsioone ei ole veel molekulaarsete meetoditega uuritud, mistõttu nende taksonoomiline staatus on ebaselge (Fric jt, 2007).

Kuigi andmed *P. rebeli* ja *P.alcon*'i morfoloogiliste, geneetiliste ja ökoloogiliste erinevuste kohta regionaalsel tasandil on vastukäivad, väitsid Pech jt (2004), et *P. rebeli* staatus eraldi liigina ei ole piisavalt argumenteeritud. Samas lokaalsed erinevused nimetatud ökotüüpide vahel toetavad argumenti, et *P.alcon*'i ja *P. rebeli* on evolutsiooniliselt olulised üksused, mis vajavad erinevaid kaitsemeetmeid.

3. Elukäik ja ökoloogia

3.1 Valmikute ökoloogia

Tähniksinitiibade valmikute peamine lennuaeg on sõltuvalt liigist ja piirkonnast juuni keskpaigast kuni augusti alguseni (Thomas ja Elmes, 1998; Körösi jt, 2008). Lennuperioodi aega ja pikkust mõjutab ilmastik, näiteks pikk vihmaperiood võib lennuperioodi pikkust oluliselt lühendada (Rodrigues jt, 2010). Valmikud on aktiivseimad selge, tuulevaikse ja päikesepaistelise ilmaga (Körösi jt, 2008). Tähniksinitiibade populatsioonid on võimelised püsima võrdlemisi väikesel alal (~300 m²), kuid arvukamad populatsioonid (100 kuni 1500 isendist hektari kohta) võivad hõlmata 5-20 hektari suuruseid alasid (Mouquet jt, 2005). Andmed valmikute eluea kohta on üsna tugevasti varieeruvad. Elmes'i ja Thomas'e (1987) andmetel on tähniksinitiibade eluiga umbes 5 päeva. Meyer-Hozak (2000) pakkus maksimaalseks elueaks tume-tähniksinitiiva emastele ja isastele vastavalt 13 ja 18 päeva. *P. rebeli* valmiku elueaks leiti keskmiselt 3,5 päeva emastel ja 3,7 päeva isastel (Meyer-Hozak 2000). Valmikud toituvad enamasti rööviku toidutaimede nektarist (Batáry jt, 2009).

3.2 Röövikute toidutaimed

Munemispäiga valimine on tähniksinitiibade jaoks oluline, kuna väheliikuvad röövikud sõltuvad kindlast toidutaimest (Fürst ja Nash, 2010). Valmikud munevad spetsiifilise toidutaimede lehtedele ja õisikule (Thomas jt, 1998), mis õitsevad olenevalt piirkonnast ja taimeliigist varasuvest kuni septembrini. Pierce ja Elgar (1985) uurisid Austraalias elavat mürmekofiilset sinilibliklast *Jalmenus evagoras* ja leidsid, et munemispäiga valik on tugevas korrelatsioonis sobivate peremeessipelgate olemasoluga. Kaudseid tõendeid sipelgaseoselise munemisstrateegia kohta on leitud ka *P. alcon*'il (Van Dyck jt, 2000). Van Dyck jt (2000) leidsid positiivse seose peremeessipelga olemasolu ja munade arvu vahel liblika lennuperioodi alguses. Hooaja edenedes munesid liblikad progresseeruvalt mitteperemeessipelgate lähedusse ning nimetatud seos kadus. Käesolevaga ollakse seisukohal, et *P. alcon*'il sipelgatest sõltuvat munemisstrateegiat ei esine. Tõenäoliselt ei

suuda *P. alcon* rautsikute olemasolu tuvastada või kui suudabki, siis ei erista ta potentsiaalseid peremeesliike teistest (Fürst ja Nash, 2010).

Küll on senised uurimused leidnud kinnitust munemiskoha valikule röövikute toidutaimede morfoloogia ja fenoloogia alusel (Fürst ja Nash, 2010). Thomas'e ja Elmes'i (2001) uurimus näitas, et toidutaimede kõrgus ja õiepungade suurus mõjutavad munemispäiga valikut oluliselt. Tulemused õite suuruse eelistuse osas on samas vastuolulised: Fürst ja Nash (2010) leidsid, et *P. alcon*'i jaoks on atraktiivsemad suuremad ja rohkem avatud toidutaimede õied. Samas Thomas'e ja Elmes'i (2001) andmetel muneti rohkem väikestesse õiepungadesse. Eelistus sõltub ka liblikaliigist: näiteks *P. teleius* eelistab nooremaid ja lühemaid taimi ning maapinna lähedal asuvaid õisi (Batáry jt, 2009), kuid tume-tähniksinitiib vanemaid, kõrgemaid ja suureõielisi taimi (Thomas ja Elmes, 2001). Taanis (Als jt, 2002) läbiviidud uuringud näitasid, et *P. alcon* muneb sinisele emajuurele. Sinise emajuure pungad on kogu taimel ühesuurused, kuid tipmised õiepungad on liblikatele ligiõmbavamad. *P. rebeli* eelistab lopsakaid taimi, milleni on lihtne jõuda (Meyer-Hozak, 2000). See võib olla seotud sellega, et taimede varred, mis kasvasid kõrgemale kui ümbritsev taimeestik, olid vähem varjus ning pakkusid paremaid mikrokliimaatilisi tingimusi munade ja röövikute kiiremaks arenguks (Küer ja Fartmann, 2005).

Enamik munadest koorub umbes üks nädal pärast munemist (Hochberg jt, 1992). Kõik perekonna tähniksinitiibi liigid on varajases röövikustaadiumis taimtoidulised. Röövikute kolm esimest kasvujärku toituvad õitest või teistest taimeosadest. Tähniksinitiibade toidutaimed on hästi dokumenteeritud (Tabel 1). Käotüüpi toituvate liikide röövikud (*P. alcon*'i grupp; vt. täpsemalt ptk. 3.3) toituvad eranditult emajuurelistel. Röövtoiduliste gruppi (vt. täpsemalt ptk. 3.3) kuuluvate liikide röövikud toituvad kas roosõielistel või huulõielistel (Als jt, 2004). *P. alcon*'i ja *P. rebeli* röövikud kooruvad emajuurte õitel ja lehtedel ning toituvad seal umbes kolm nädalat (Hochberg jt, 1992; Meyer-Hozak, 2000).

Tabel 1. Tähniksinitiibade toidutaimed

Tähniksinitiiva liik	Toidutaim	Viide
<i>Phengaris nausithous</i>	<i>Sanguisorba officinalis</i>	Grill jt, 2008
<i>Phengaris teleius</i>	<i>Sanguisorba officinalis</i>	Grill jt, 2008
<i>Phengaris alcon</i>	<i>Gentiana pneumonanthe</i>	Hochberg jt, 1992
	<i>Gentiana asclepiadea</i>	Steiner jt, 2006
	<i>Gentianella germanica</i>	Steiner jt, 2006
	<i>Gentiana cruciata</i>	Körösi jt, 2008
<i>Phengaris arion</i>	<i>Thymus praecox</i>	Viidalepp ja Möls, 1963
	<i>Thymus pulegioides</i>	Sielezniew ja Stankiewicz, 2009
	<i>Origanum vulgare</i>	Thomas jt, 1989
<i>Phengaris rebeli</i>	<i>Gentiana cruciata</i>	Körösi jt, 2008
	<i>Gentianella germanica</i>	Steiner jt, 2003
	<i>Gentianella campestris</i>	Steiner jt, 2003

Röövikute esimesed kolm kasvujärku arenevad kiiresti, kuid kaaluiive on tagasihoidlik (Elmes jt, 1991). Pärast viimast, kolmandat kestumist laskuvad röövikud maapinnale, kus jäävad mööduvaid sipelgaid ootama (Akino jt, 1999). Üldiselt adopteeritakse röövik esimese ettejuhtuva sipelga poolt (Akino jt, 1999). Iga toidutaimel all korjel olev rautsik võib tähniksinitiiva rööviku adopteerida sama tõenäosusega (Elmes jt, 2004). Ühel tähniksinitiiva elupaigalaigul on maksimaalselt dokumenteeritud kaheksa rautsikuliiki (Elmes jt, 1991).

3.3 Suhted sipelgatega

Mürmekofiilia on sinilibliklaste seas väga levinud ja olemuselt mitmekesine (Fiedler 1994). On hinnatud, et vähemalt 50% sinilibliklastest on mõnes kasvujärgus seotud sipelgatega (Pierce jt, 2002). Sinilibliklaste ja sipelgate interaktsioonid jagatakse kolme kategooriasse: fakultatiivsed mürmekofiilid (45%), obligatoorsed mürmekofiilid (30%) ja sipelgaseoseta (25%) (Pierce jt, 2002). Enamik fakultatiivseid ja vähemspetsiifilisi liblika-sipelga vahelisi interaktsioone on arvatavalt mutualistlikud - sipelgad kaitsevad röövikuid teiste röövtoiduliste lüljalgsete eest saades vastu suhkrurikast eritist (Fiedler 1994, Pierce jt, 2002). Obligatoorsete mürmekofiilide röövikud on enamasti sipelgate pesaparasiidid ning sellest seosest sõltub liblika ellujäämine (Pierce jt, 2002).

Evolutsiooni käigus on perekond *Maculinea* jagunenud kaheks klaadiks – „käotüüpi toitujate“ ning röövtoiduliste klaadiks (Als jt, 2004). Käotüüpi toitumine tähniksinitiibadel

on analoogne kägude käitumisega, kus emased käod munevad oma munad võõra linnuliigi pessa ning koorunud poegi toidetakse teise liigi vanalinnu poolt. Seda nimetatakse ka trofallaksiseks, kus loomade söödud ja mõnikord osaliselt seeditud toit antakse teistele pere liikmetele. Tegemist on äärmiselt efektiivse viisiga eksploateerida koloonia ressursse. Röövtoidulised toituvad sipelgakolooniates sipelgavastsetest.

Seda, et „käod“ ja „röövtoidulised“ on sõsarrühmad, kinnitavad morfoloogial, ökoloogial ja molekulaarsetel uuringutel põhinevad andmed (Pech jt, 2004; Bereczki jt, 2005). Käotüüpi toituvad röövikud on sipelgakoloonias pidevas kontaktis töölisipelgatega, kuid röövtoidulised elavad sipelgatest eraldi (Thomas ja Wardlaw, 1992). Põhjuseks on tõenäoliselt täpsemate tuvastuskemikaalide olemasolu käotüüpi toitujatel. Röövtoidulistel oleks ohtlik alaliselt sipelgatega kokku puutuda, kuna sipelgad kaitsevad oma vastseid röövtoiduliste lülijalgsete eest.

Kõik sotsiaalsed parasiidid tungivad sipelgate kolooniatesse kasutades mehhaanilisi ja keemilisi signaale, et imiteerida nende peremeeste side- ja äratundmise koode (Hölldobler ja Wilson, 1990). Selleks, et sipelgapesas ellu jääda ja kasvada, on eriti oluline saavutada peremehega väga lähedane mimikri (Thomas ja Elmes, 1998). See on määrav kolooniasse sisenemisel. Selle tulemusena muutub *P. rebeli* röövik väga heaks häilurautsiku vastsete ja tööliste imiteerijaks (Akino jt, 1999). On leitud, et *P. alcon* ja *P. rebeli* suudavad oma peremeesorganismide käitumist niivõrd hästi manipuleerida, et toidupuuduse korral toidavad töölisipelgad eelistatult just liblikaröövikuid (Thomas jt, 1998) ning pesakoha vahetamisel võetakse liblikate röövikud kaasa.

Tähniksinitiibadel on erinevad kohastumused rautsikute koloonia eksploateerimiseks. Liike saab rühmitada vastavalt sellele, kui põhjalikult nende röövikud sipelgavastseid jäljendada suudavad (Witek jt, 2008). Röövtoidulised tähniksinitiiva liigid, nagu nõmme-tähniksinitiib, on rautsiku vastsete jaoks kiskjad. Toiduvarude ammendumisel liblikate röövikud hukuvad (Thomas ja Wardlaw, 1992). *P. alcon*, *P. rebeli* ja veel mõned teised liigid on käotüüpi liigid, kelle röövikuid söödetakse „suust-suhu“ otse tööliste poolt (Elmes jt, 1991; Thomas ja Wardlaw, 1992; Thomas ja Elmes, 1998), nagu nad oleksid osa sipelgate endi järglaskonnast (Als jt, 2004). See on energeetiliselt oluliselt efektiivsem viis rautsikute eksploateerimiseks, sest otseselt sipelgaid ei hävitata. Selle tulemusena on ka liblikavastsete suremus madal. Röövikud veedavad sipelgapesas 11 või 23 kuud (Thomas jt, 1998), mis tähendab seda, et ühe põlvkonna tähniksinitiiva röövikutest osa areneb samas

sipelgakoloonias ühe, teised kaks aastat. Kui kõik isendid oleksid üheaastased, ei jaguks arengutsükli läbimiseks piisavalt toitu (Witek jt, 2006). Ainult umbes 20% *P. rebeli* röövikutest rautsikukolooniates jääb liigisiseses konkurentsist ellu (Hochberg jt, 1992). Inglismaal uuritud looduslikest palurautsikute pesadest olid vaid 5% piisavalt suured, et kasvatada üles 2 või enam nõmme-tähniksinitiiva isendit (Thomas ja Wardlaw, 1992). Samas on *P. alcon*'i või *P. rebeli* röövikuid rautsikute kolooniates keskmiselt ligemale viis korda rohkem kui nõmme-tähniksinitiiva röövikuid (Thomas ja Elmes, 1998).

Tähniksinitiibade interaktsioone sipelgatega on enamasti peetud peremehespetsiifilisteks (Thomas jt, 1989; Als jt, 2002; Als jt, 2004). Varasemates töödes (Thomas jt, 1989) väideti, et tähniksinitiivad jäävad suurema tõenäosusega ellu ühel primaarsel peremeessipelgal ning vaid vahetevahel parasiteerivad nn. sekundaarperemehel. Röövikud hukuvad peaaegu alati, kui on adopteeritud peremeheks mittesobivate rautsikuliikide poolt (Hochberg jt, 1992). Hilisemad uuringud on näidanud, et tähniksinitiibade ja rautsikute suhted ei ole siiski sugugi nii selgepiirilised (Als jt, 2002; Witek jt, 2006; Tabel 2). Näiteks kui algselt arvati, et *P. alcon*'i röövikud on spetsialiseerunud eluks vaid hapra rautsiku kolooniates, siis viimasel aja töödes on leitud arvukalt ka teisi peremeesliike (Elmes jt, 1994; Elmes jt, 1998; Als jt, 2002; Pech jt, 2007; Witek jt, 2006; Witek jt, 2008).

Tabel 2. *P. alcon*'i ja *P. rebeli* peremeessipelgad

Liik	<i>M. rubra</i>	<i>M. schencki</i>	<i>M. sabuleti</i>	<i>M. scabinoidis</i>	<i>M. rugulosa</i>	<i>M. aloba</i>	<i>M. ruginodis</i>	<i>M. vandeli</i>	Riik	Viide
<i>P. alcon</i>		x		x					Prantsusmaa	Thomas jt, 1989; Arnaldo jt, 2011
		x		x		x			Hispaania	Elmes jt, 1998
						x			Portugal	Arnaldo jt, 2011
	x						x		Taani	Arnaldo jt, 2011; Als jt, 2002
	x			x			x		Holland	Arnaldo jt, 2011; Thomas jt, 1989
				x					Austria	Arnaldo jt, 2011
				x				x	Ungari	Arnaldo jt, 2011
				x				x	Poola	Arnaldo jt, 2011; Tartally jt, 2008
				x					Ukraina	Arnaldo jt, 2011
	x								Rootsi	Arnaldo jt, 2011
				x					Tšehhi	Witek jt, 2008
				x					Slovakkia	Witek jt, 2008
<i>P. rebeli</i>			x	x	x				Poola	Stankiewicz jt, 2005; Steiner jt, 2003
	x		x	x			x		Austria	Steiner jt, 2003
		x							Leedu	Thomas jt, 1989; Elmes jt, 1998
		x							Prantsusmaa	Thomas jt, 1989; Elmes jt, 1998
		x							Hispaania	Elmes jt, 1998

Erinevate sipelgakolooniate uuringutest Poolas, Tšehhis, Slovakkias, Ukrainas, Ungaris ja Rumeenias selgus, et *P. teleius*'e röövikud võivad parasiteerida peaaegu igal rautsiku liigil, millega nad kokku puutuvad (Tartally ja Varga, 2008). Ka Pech jt (2007) ei leidnud *P. teleius*'e, *P. alcon*'i ja *P. rebeli* peremehespetsiifilisuse kohta kindlaid tõendeid. Samuti on leitud, et peremeessipelgad võivad geograafiliselt märkimisväärselt varieeruda (Elmes jt, 1994; Elmes jt, 1998; Als jt, 2002; Steiner jt, 2003). Prantsusmaal ja Hispaanias on *P. rebeli* peremeessipelgaks peaaegu eranditult häilurautsik (Thomas jt, 1989; Elmes jt, 1998), seevastu Poolas ja Austrias kasutab *P. rebeli* peremehena peamiselt palurautsikut (Steiner jt, 2003). *P. alcon*'i peremeessipelgana Poolas on dokumenteeritud habrast rautsikut (Witek jt, 2008), kuid Taanis kasutab liik võrdselt nii niidurautsikut kui ka tavaurautsikut (Als jt, 2002; Fürst ja Nash, 2010).

Eestis ei ole tähniksinitiiibade peremeesliike siiani dokumenteeritud, kuid potentsiaalseid peremehi ehk siis rautsikuliike endid on kindlaks tehtud 11 (Maavara, 1953; Maavara, 1993; Tabel 3). Tõenäoliselt lisanduvad sellesse nimekirja ka invasiivsed liigid *Myrmica hirsuta* Elmes, 1978, ja *M. microrubra* Seifert, 1993 (Vilbas jt, 2012).

Tabel 3. Eestis leiduvad rautsikuliigid (Maavara 1953; Vilbas 2012).

Ladinakeelne nimetus	Eestikeelne nimetus
<i>Myrmica rubra</i> Linnaeus, 1758	Niidurautsik
<i>Myrmica ruginodis</i> Nylander, 1846	Tavarautsik
<i>Myrmica sulcinodis</i> Nylander, 1846	Tume rautsik
<i>Myrmica gallienii</i> Bondroit, 1920	Luharautsik
<i>Myrmica rugulosa</i> Nylander, 1849	Punarautsik
<i>Myrmica scabrinodis</i> Nylander, 1846	Habras rautsik
<i>Myrmica specioides</i> Bondroit, 1918	Ahas rautsik
<i>Myrmica sabuleti</i> Meinert, 1861	Palurautsik
<i>Myrmica lobicornis</i> Nylander, 1846	Nõmmerautisk
<i>Myrmica schencki</i> Viereck, 1903	Häilurautsik
<i>Myrmica lonae</i> Finzi, 1926	

4. Levik

Tähniksinitiib on Palearktilise levikuga perekond, mille areaal ulatub Lääne-Euroopast kuni Ida-Aasiani (k.a. Jaapan). Geograafiliselt peaaegu sama laiad on kõigi liikide levilad, v.a. *P. rebeli*. Samas, levila põhja ja lõuna piirid varieeruvad liigiti märkimisväärselt (Tolman ja Lewington, 2001). Euroopas on perekond esindatud viie liigiga: nõmmetähniksinitiib ja *P. teleius* asustavad piirkondi Prantsusmaalt ja Hispaaniast kuni Hiinani; tume-tähniksinitiiva levila ulatub Hispaaniast Mongooliani ja *P. rebeli* asustab alasid Lõuna-Rootsist ja Taanist kuni Hispaania põhjaosani. *P.alcon*'i puhul pole selge, kas see ökotüüp levib Ida-Aasiani või asustab ainult Kesk-Euroopa alasid (Wynhoff 1998a). Tähniksinitiivad puuduvad Norras, Irimaal ja Sitsiilias (Wynhoff 1998a).

4.1 *P.alcon*

P.alcon on dokumenteeritud 24 Euroopa riigis (Wynhoff 1998a). *P.alcon*'i levila hõlmab suurt osa Euroopast: Hispaaniast, Prantsusmaast, Saksamaast kuni Leeduni. Suurimad populatsioonid asuvad Kirde-Austria, Sloveenia ja Põhja-Horvaatia piirkonnas. Hollandis asustab liik peamiselt lõunapiirkondi, kuid kaks populatsiooni on teada ka Põhja-Hollandist (Van Langevelde ja Wynhoff, 2009; Jansen jt, 2012). Prantsusmaal esineb liik erinevates piirkondades, kuid suurim populatsioon on teada Sarthes'ist (Wynhoff 1998a). Teistes piirkondades on populatsioonid väiksemad ning paiknevad hõredamalt (Wynhoff 1998a). Šveitsis on enamuse *P.alcon*'i populatsioone riigi idaosas (Wynhoff 1998a). Hispaanias asustavad *P.alcon*'i isoleeritud populatsioonid Kantaabria mägesid (Wynhoff 1998a). Arvukalt on populatsioone leitud ka Taani läänerrannikult ja Lõuna-Rootsi tipust (Wynhoff 1998a), mis on seni teadaolevatest kõige põhjapoolseimad Euroopas. Liiki on dokumenteeritud ka Põhja-Ungaris, Lõuna-Poolas, Moldovas ja Rumeenias (Schaidler ja Jakšić, 1989). Kirde-Türgis on registreeritud alamliik *P.alcon monticola* (Pierce jt, 2002). *P.alcon*'i levikust ja nende peremeessipelgatest on vähem teada Euroopa idaosas (Wynhoff 1998a). Soomes, Lätis ja Norras leiuandmed puuduvad.

P.alcon'i elupaikadeks on soised niidud (Bereczki jt, 2005), märjad või mesofiilsed heinamaad (Thomas 1995; Steiner jt, 2003). Hollandi lõunapiirkondades asustab liik liivaseid nõmmesid (Wynhoff 1998a). *P.alcon* esineb merepinnast kuni 1300 m kõrgusel (Wynhoff 1998a).

4.2 *P. rebeli*

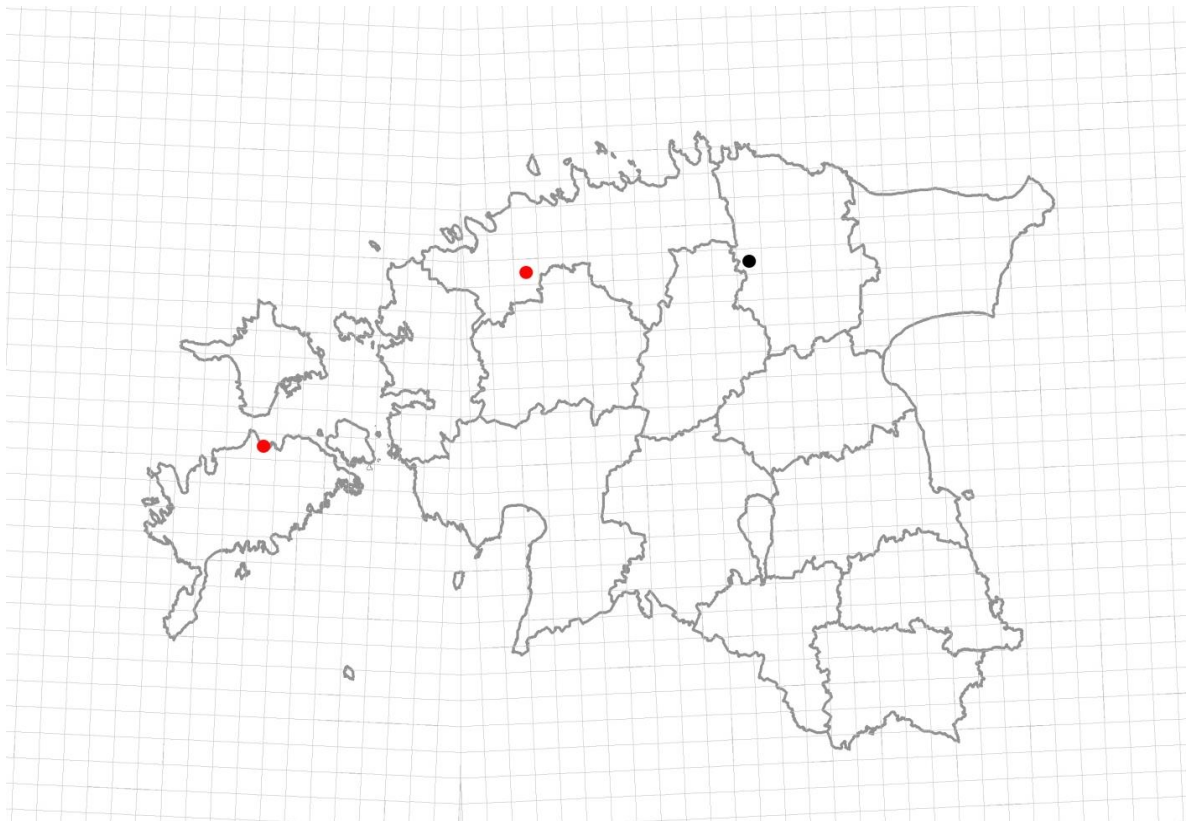
P. rebeli on dokumenteeritud 16 Euroopa riigis (Van Swaay ja Warren, 1999). Liigi levila ulatub Prantsusmaal Keskmassiivi ja Kagu-Alpideni, Hispaanias Ida-Püreneedeni läbi Kesk-Euroopa mägiste piirkondade Šveitsis (Wynhoff 1998a). Prantsusmaal asub enamik populatsioone riigi idaosas (Munguira ja Martin, 1993). Hispaania populatsioonid on piiratud Kesk- ja Ida-Püreneedega. Tšehhis on liik levinud lõunapiirkondades (Fric jt, 2007). Liigi esinemist ei ole dokumenteeritud Lätis, Soomes ega Skandinaavias (Wynhoff 1998a). Suurimad säilinud populatsioonid asuvad Saksamaa Ees-Alpide piirkonnas, Šveitsis ja Austrias (Grill jt, 2008).

Hiljuti dokumenteeriti *P. rebeli* esmakordselt ka Leedust. Asudes lähimatest populatsioonidest Ida-Poolas enam kui 500 km kaugusel, on sealse *P. rebeli* populatsiooni näol tegemist teadaolevalt ühe Euroopa põhjapoolsema leiukohaga (Stankiewicz jt, 2005; Oškinis 2012; Sielezniew jt, 2012). 2007. aastal oli Leedus teada üheksa kohalikku *P. rebeli* populatsiooni viies piirkonnas, millele hiljem on lisandunud olulist täiendust (Oškinis 2012).

P. rebeli elupaikadeks on kuivad rohu- ja mägikarjamaad (Fric jt, 2007), toitainetevaesed, soojad ja lubjarikkad mäginiidud (Munguira ja Martin, 1999). Samuti esineb liiki loopealsetel (Stankiewicz jt, 2005). *P. rebeli* esineb merepinnast kuni 2300 meetri kõrgusel (Wynhoff 1998a).

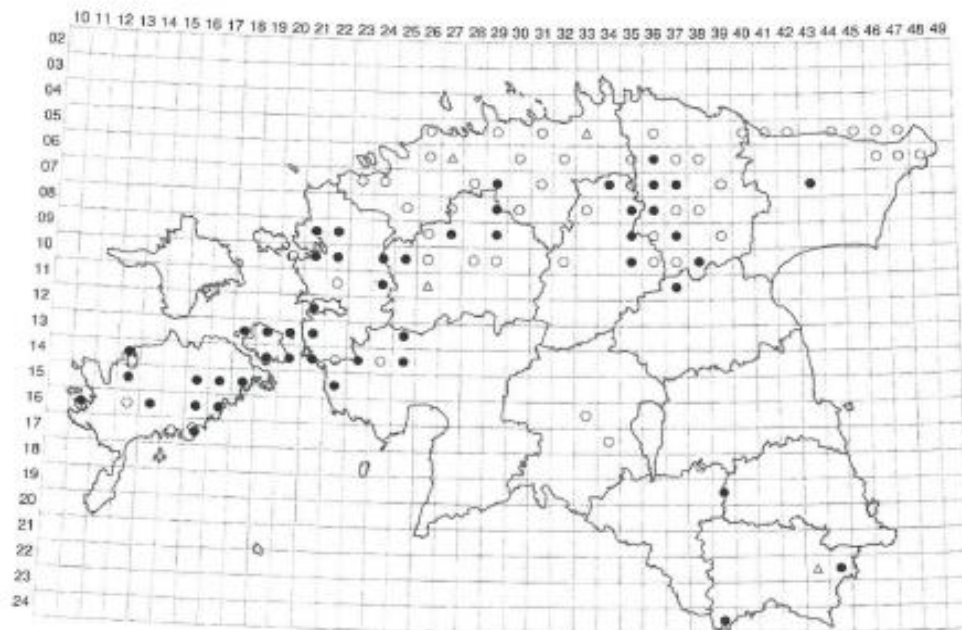
4.3 *P. alcon* / *P. rebeli* Eestis

Esimesed *P. alcon*'i või *P. rebeli* (Eestis leviv ökotüüp pole hetkel teada) populatsioonid avastati Eestis 2012. aastal Jani Paleni poolt (Joonis 1). Hetkeseisuga on liiki dokumenteeritud ühelt 10x10 kilomeetriselt UTM kaardiruudult Lääne-Viru maakonnas (T. Tammaru, T. Teder, M. Vilbas pers. komm.). Varem on liiki Eestis dokumenteeritud vaid kahe üksikleiu näol (Petersen, 1927; Jürivete ja Õunap, 2008; Joonis 1). Esimesed andmed pärinevad 1927. aastast Saaremaalt Parasmetsast (Petersen, 1927). Teine leid on 1977. aastast Harjumaalt Laitsest (Jürivete ja Õunap, 2008). Taasleidude puudumisel nii Eestist, Soomest kui ka Lätist on varem see liik jäetud välja Eesti fauna nimestikust ja Eesti liblikate määrajast (Viidalepp ja Remm 1996).



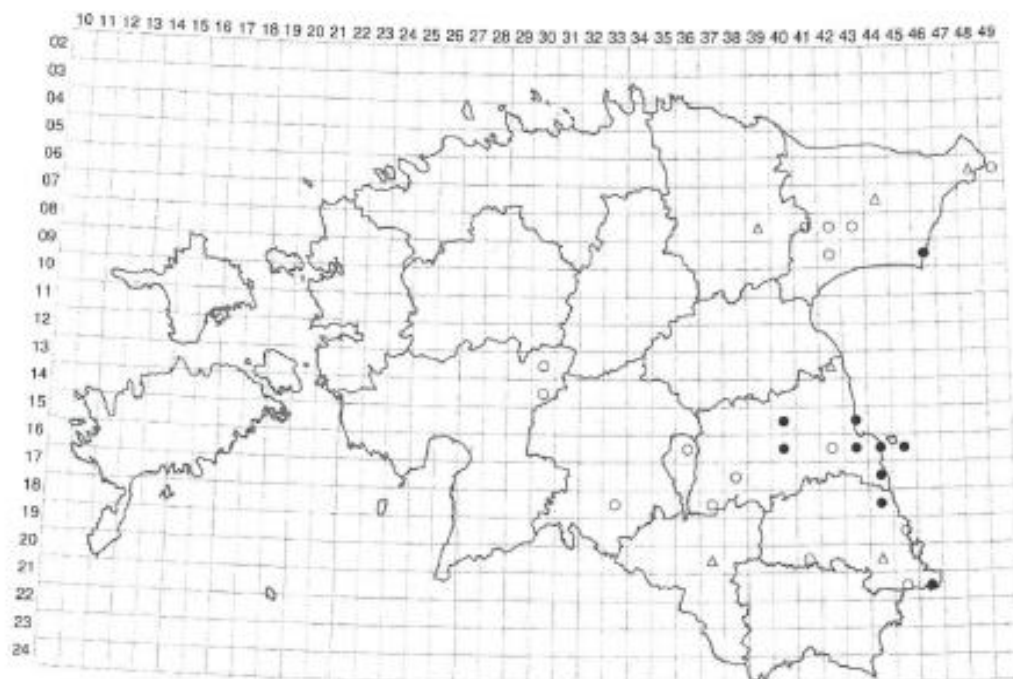
Joonis 1. *P. alcon*'i / *P. rebeli* leiukohad Eestis UTM ruutude kaupa. Varasemad üksikleid on tähistatud kaardil punasega. 2012. aastal avastatud populatsioon on tähistatud mustaga. Kaardi on koostanud Margus Vilbas.

Kuna teadaolevalt toituvad röövikud Eestis vaid paiguti kuivadel lubjarikastel niitudel levinud taimel – südame-emajuurel, siis mõjutab nimetatud taimede levik oluliselt liblika levikut (Joonis 2). Sinine-emajuur on levinud ainult Peipsi äärsetes maakondades (Joonis 3). Kuna *P. alcon* kasutab toidutaimena ka sinist-emajuurt, siis tema potentsiaalsed elupaigad võivad olla ka eelpool mainitud piirkondades.



Joonis 2. Suidame-emajõe levik Eestis (Kukk ja Kull, 2005).

- - Liigi leiukohad aastatel 1971-2005; ° - Liigi leiukoha andmed aastatest 1921-1970; Δ - levikuandmed enne 1921. aastat



Joonis 3. Sinise emajõe levik Eestis (Kukk ja Kull, 2005).

- - Liigi leiukohad aastatel 1971-2005; ° - Liigi leiukoha andmed aastatest 1921-1970; Δ - levikuandmed enne 1921. aastat

5. Kaitse

Tähniksinitiivad kuuluvad kõige ohustatumate selgrootute hulka maailmas. Nende populatsioonide väljasuremist on enim registreeritud Euroopas (Hochberg jt, 1992). Viiest Euroopas dokumenteeritud tähniksinitiiva liigist neljal on teada vähemalt üks väljasuremisjuhtum riigi tasandil (Hochberg jt, 1992). Kuues riigis on ühe või mitme liigi populatsioonid vähemalt 10% võrra vähenenud (Hochberg jt, 1992).

Euroopas on kõikide tähniksinitiiva liikide populatsioonid vähenemas ja kohati välja surnud (Schlick-Steiner jt, 2002). Peamiseks põhjuseks on sobivate elupaikade degradeerumine või hävimine. Eriti on see suureks ohuks Vahemeremaades ja paljudes Ida-Euroopa riikides (Munguira ja Martin, 1999). Tähniksinitiibade kaitse on IUCNi, Euroopa Nõukogu ja teiste rahvusvaheliste organisatsioonide poolt esmatähtis (Thomas 1984). Keerulise elukäiguga perekonna kaitset on raskendanud puudulikud teadmised liikide ökoloogiast ja populatsioonidünaamikast (Cottrell 1984; Thomas jt, 1989). Just eelmainitud põhjusel suri nõmme-tähniksinitiib välja Suurbritannias. 20. sajandi alguses esines Hollandis neli tähniksinitiivaliiki (nõmme-tähniksinitiib, *P. alcon*, *P. teleius* ja tume-tähniksinitiib), aga seitsmekümnendatel hääbusid kõik peale ühe (*P. alcon*'i) (Van Langevelde ja Wynhoff, 2009; Jansen jt, 2012). Tänapäevaks on *P. teleius* ja tume-tähniksinitiib Hollandisse taasasustatud (Van Langevelde ja Wynhoff, 2009), nagu ka nõmme-tähniksinitiib Inglismaal (Thomas jt, 2009).

Hetkel suurim teadaolev nõmme-tähniksinitiibade populatsioon asub Inglismaal. Suuremate populatsioonide arvukus võib ulatuda 1000-5000 valmikuni hektaril (Thomas jt, 2009). Suurte populatsioonide säilimise aluseks on olnud ulatuslik uurimistöö liblika ning sipelgate suhetest ning populatsioonidünaamikast (Thomas jt, 2009). Näiteks Inglismaal oli peremeessipelgate madal arvukus nõmme-tähniksinitiiva väljasuremise põhjuseks (Thomas jt, 2009). Tähniksinitiibade alase uurimistööga alustati Inglismaal 1979. aastal ning põhjalik uurimustöö liblika-sipelga interaktsioonide ning liblika populatsioonidünaamika kohta on viinud pea pretsedentitu edulooni putukakaitstes (Thomas jt, 2009). Ölandilt introducteeritud isendid kohanesid hästi Dartmooris, kuid 100-200 km põhja pool populatsioonid arvatakse kliimatiliste tingimuste erinevuse tõttu püsima ei jäänud (Thomas jt, 2009). Pärast liigi taasasustamist Inglismaale on sealsete populatsioonide arvukus jõudsalt kasvanud (Thomas jt, 2009), ulatudes kuni 5000 isendini hektaril. Käesolevaga on sealsete populatsioonide näol tegemist suurimate dokumenteeritud tähniksinitiiva populatsioonidega maailmas.

Rahvusvahelise Looduskaitseühingu (Internet 1) hinnangul on *P. rebeli* ja *P. alcon* globaalselt soodsas seisundis (ingl. k. least concern). Euroopa Liidu riikides hinnatakse liigi staatust ohulähedaseks (ingl. k. near threatened) (Van Swaay jt, 2010). Samas vähenes nimetatud liigi arvukus 16 Kesk- ja Ida-Euroopa riigis ning Thomas'e ja Settele (2004) hinnangul võivad paljud populatsioonid sobiva looduskaitse tegevuseta kaduda.

P. alcon'i ja *P. rebeli* populatsioonide arvukuse või nende suuruse vähenemisest (rohkem kui 30%) on teatatud Belgias, Saksamaal, Poolas, Portugalis, Rumeenias, Slovakkias, Sloveenias, Hollandis ja Ukrainas. Leviku langusest või populatsiooni vähenemisest 6-30% ulatuses on teatatud Austrias, Taanis, Prantsusmaal, Ungaris, Itaalias, Leedus, Venemaal, Hispaanias ja Šveitsis (Van Swaay jt, 2010; Internet 1). Austrias on *P. rebeli* osades piirkondades ohustatud (Steiner jt, 2003), kuid kriitiliselt ohustatud on Ida-Austrias (Schlick-Steiner jt, 2002), Prantsusmaal, Saksamaal ja Šveitsis (Wynhoff 1998a).

Vaatamata suurenevatele teadmistele kõnealuse liblikaperekonna kohta, on katsed nende säilitamiseks tihti ebaõnnestunud (Hochberg jt, 1992). Eestis ei ole *P. alcon*'i / *P. rebeli* kaitse seadusega reguleeritud ning ohustatud liikide punases nimestikus (2008. aasta seisuga) on *P. alcon*'it hinnatud puuduliku andmestikuga liigiks (Internet 2).

5.1 Ohutegurid

P. alcon ja *P. rebeli* on olnud ühed mudelorganismidest mürmekofiilsete liblikate uurimisel (Akino jt, 1999; Pierce jt, 2002) ja lipuliikideks liblikate kaitse korraldamisel (Swaay ja Warren 1999; Thomas ja Settele, 2004). Nende arvukuse vähenemise põhjused on tihti sarnased teiste liblikaliikidega, kuid kõrge spetsiifilisus toidutaime ja eriti peremeessipelga suhtes on neist liikidest (nagu ka tähniksinitiibadest üldisemalt) eriti haavatava perekonna teinud (Wynhoff 1998b). Tänapäeval asustavad tähniksinitiibade hästi toimivad metapopulatsioonid suhteliselt madala põllumajandusliku survega suuremaid ja avatumaid alasid (Van Swaay ja Warren, 1999).

Peamine limiteeriv faktor tähniksinitiibade arvukusele on elupaikade hulk, kus eksisteerivad koos sobiv peremeessipelgas ja toidutaim (Clarke jt, 1997; Grill jt, 2008; Thomas jt, 2009). Kuna peremeessipelgate olemasolu on võrreldes toidutaimega

tähniksinitiibadele tihti palju piiravam ressurss, on teadmised peremeessipelgatest eriti olulised (Elmes ja Thomas, 1992) nende liblikate edukaks kaitsmiseks (Settele ja Kühn, 2009).

P. rebeli populatsioonidünaamika uuringud (Hochberg jt, 1994; Clarke jt, 1997; Clarke jt, 1998) näitavad, et liigi populatsioonide elujõulisus sõltub suuresti toidutaime ja peremeessipelgate kooseksisteerimise ulatusest. See omakorda oleneb suuresti toitumistüübist – käotüüpidel on vastav väärtus 10% (s.t et umbes kümnendik käotüüpi toituvate liikide vastsetest peavad sattuma peremeessipelga kolooniatesse), sest neil on ellujäämus koloonias suhteliselt suur. Rööveluviisiga tähniksinitiibadel on vajalik 50% toidutaime ja sipelga kooseksisteerimise määr (Witek jt, 2008), sest nende ellujäämus sipelgakoloonias on madal ning on vajalik, et sinna satuks suurem hulk röövikuid.

5.1.1 Põllumajandus

Iga põllumajanduslik võte, mis mõjutab negatiivselt toidutaime või peremeessipelgat, mõjub negatiivselt ka tähniksinitiibade populatsioonidele. See tähendab, et põllumajanduse negatiivsed mõjud liblikapopulatsioonidele ei ole enamasti mitte otsesed, vaid vahendatud läbi mõju toidutaimedele ja peremeessipelgatele.

Tähniksinitiiva populatsioonide arvukuse langus on tingitud peamiselt põllumajanduse intensiivistumise ja maakasutuse muutuste tõttu (Munguira ja Martin, 1999). Madala intensiivsusega traditsiooniline põllupidamine, kus olid koos erinevalt korraldatud põllumosaiigid, on muudetud kõrge intensiivsusega monokultuurideks, mis ei ole enam sobivaks elupaigaks liblikatele ega ka paljudele teistele selgrootutele (Grill jt, 2008). Liiga intensiivne karjatamine, eriti siis, kui varase kasvujärgu röövikud on veel peremeestaimel, on samuti tõsiseks ohuks tähniksinitiiva populatsioonidele (Wynhoff 1998a).

Rohumaade produktiivsus sõltub niiskuse režiimist (Kauer jt, 2006; Talgre jt, 2009) ja muutub piirkonniti. Ka iga tähniksinitiiva liik on ökoloogiliste vajaduste poolest veidi erinev (Grill jt, 2008). Lääne-Euroopas moodustavad *P. alcon*'i põhilise elupaiga niisked nõmmed (Mouquet jt, 2005). Eelmisel sajandil on suured nõmmealad kuivendatud ja muudetud põllumajandusmaaks (Wynhoff 1998b). Kui taimestik muutub (näiteks hakatakse kasvatama kultuurtaimi), siis avaldab see olulist mõju ka

liblikapopulatsioonidele (Grill jt, 2008). Näiteks on leitud, et liblikas väldib suuremaid hariliku sinihelmika (*Molinia caerulea*) alasid (Wynhoff 1998a) (kasvab valdavalt soostuvatel niitudel, niisketel puisniitudel, kinnikasvavate veekogude kallastel, soodes; Kask jt, 1978). Võib arvata, et liblikas väldib ka näiteks roog-aruheina, päideroo ja teiste kõrgekasvuliste kõrreliste alasid. Sel viisil populatsioonid fragmenteervad ja endised metapopulatsioonid eralduvad väiksemateks elupaigalaikudeks.

Maapidajate omaalgatuslik tegevus võib viia populatsioonide hääbumiseni, sest rohumaid niidetakse regulaarselt korraga suurtel aladel vähendades oluliselt elupaiga heterogeensust (Grill jt, 2008). On leitud, et regulaarne niitmine võib esile kutsuda võimsa emajuureliste õitsemise ja taimik muutub rautsikute jaoks liiga tihedaks, selle tagajärjeks on madal hapra rautsiku ja *P. alcon*'i arvukus (Mouquet jt, 2005). Niitmisel üldjuhul ei arvestata looduskaitseoluliste päevaliblikaliikidega (Grill jt, 2008). Tihti on niitmine kaootiline, erinevaid lappe niidetakse täiesti juhuslikult (Vilbas jt, 2012).

Peremeessipelgate ja toidutaimede arvukust ning taim-muld interaktsioone mõjutab ka liiga intensiivne karjatamine. See on probleemiks näiteks Rootsis (Elmqvist ja Nielsen, 2007), kus liiga madala taimestiku tõttu tõuseb mullapinna temperatuur päeval rautsikutele liiga kõrgeks (Thomas 2002). Selle tagajärjel rautsikute aktiivsus ja arvukus vähenevad (Vilbas jt, 2012). Ka maapinna korrapäratus (näit. kuivade ja niiskete alade läbisege esinemine) võib vähendada tähniksinitiiva peremeessipelgate arvukust (Clarke jt, 1997). Pärast peremeessipelga tiheduse vähenemist liblika arvukus väheneb ja lõpuks võivad populatsioonid välja surra (Wynhoff 1998a; Wynhoff 1998b).

Kohati on oluliseks tähniksinitiibade ohuteguriks ka väetamine. Näiteks Inglismaal on paljud lubjarikkad rohumaad muudetud liblikatele ebasobivaks just läbi intensiivse väetamise (Brereton jt, 2008). Väetamise tagajärjel suureneb taimestiku kõrgus ja homogeensus ning elupaiga mosaiikne struktuur kaob (Vilbas jt, 2012). Märgalad on kuivendatud ja isegi kui põlde ei väetata aktiivselt, võib atmosfäärist tulev lämmastik kaudselt mõjutada paljusid liblikaliike, sest lämmastiku sisaldus liblikavastsete peremeestaimedes suureneb (Öckinger jt, 2006). Meie liblikauurijate tähelepanekute põhjal on väetamine kohati probleemiks ka Saaremaa alvaritel, kus kohati on taimestik väetamise tagajärjel radikaalselt muutunud (Vilbas jt, 2012). Kaudselt mõjutavad taimestiku koosseisu ka õhu- ja veereostus (Munguira ja Martin, 1993).

5.1.2 Elupaikade kinnikasvamine

Tähniksinitiibade populatsioone mõjutab oluliselt endiste põllumaade kinnikasvamine (Wynhoff 1998a). Kinnikasvamise peamiseks põhjuseks kogu Euroopas on karjatamise ning niitmise lakkamine poollooduslikes kooslustes (Jansen jt, 2012). Karjatamise lõpetamine liikide elupaikades on põhjustanud paljude populatsioonide hävimise (Wynhoff 1998a). Näiteks Hollandis on kõik nõmme-tähniksinitiiva kunagised elupaigad täielikult hävinud (Munguira ja Martin, 1999). Tšehhis on traditsioonilise karjakasvatuse hääbumise tõttu paljud nõmme-tähniksinitiiva elupaigad kinni kasvanud või puid täis istutatud ning muudetud seega elupaigana kõlbmatuks (Spitzer jt, 2009). Karjatamise lakkamist elupaikades on peetud ka *P. rebeli* puhul liigi arvukuse languse oluliseks põhjuseks (Sielezniew jt, 2012).

Rautsikupopulatsioone mõjutavad karjatamisest, tulekahjustest, niitmisest või kuivandamisest tekkivad muutused elupaikade kvaliteedis (Mouquet jt, 2005). Rautsikupopulatsioonid reageerivad nimetatud mõjudele kiiresti, hüljates tingimuste halvenemisel oma kolooniad ning rajades soodsamates tingimustes uued (Mouquet jt, 2005). Ilma karjatamiseta muutub taimkate termofiilsetele peremeessipelgatele liiga tihedaks (Wynhoff 1998a). Uurimus tume-tähniksinitiival näitas, et alguses põhjustab niitmine liblika populatsioonitiheduse suurenemise, kuid pikas perspektiivis muutub taimestik liiga tihedaks sealse peremeessipelga niidurautsiku jaoks (Wynhoff 1998a, Dierks ja Fischer, 2009). Mouquet jt (2005) uurisid, kuidas *P. alcon*, nende peremeestaimed ja peremeessipelgad reageerivad erinevatele kaitsestrateegiatele, ja leidsid, et sipelgad on palju rohkem mõjutatud elupaikade majandamisest kui liblika toidutaimed. Välivaatlused on *P. rebeli* piirkondades vajalikud, kuid sellised uuringud võtavad aega (Schlick-Steiner jt, 2002).

Eestis läbiviidud uuringud näitasid, et elupaikade kinnikasvamine on tähniksinitiibadele kõige suuremaks ohuteguriks ka siinsetes elupaikades (Vilbas jt, 2012). Näiteks Saaremaal uuritud 21 loopealsest ligi pooltel (9) oli ala katvus kadakatega umbes 50%, mistõttu alad on kaotanud oma avatud ilme ja muutumas seal elavale nõmme-tähniksinitiiva populatsioonidele kõlbmatuks; protsessi põhjuseks on lammaste karjatamise lõppemine Saaremaa alvaritel 40-50 aastat tagasi (Vilbas jt, 2012).

5.1.3 Maa kasutuselevõtt ehituseks

Ka linnade ja ettevõtete areng on viinud selleni, et paljud populatsioonid on kadunud elupaikade hävimise tõttu (Elmes ja Thomas, 1992; Munguira ja Martin, 1993). Näiteks Rootsis ohustab nõmme-tähniksinitiiva elupaiku tee-ehitus (Elmqvist ja Nielsen, 2007). Eestis nimetatud tegurit perekonnale ohuks ei peeta (Vilbas jt, 2012). Samas on tõenäoliselt just arendus- ja ehitustegevuse tõttu hääbunud nõmme-tähniksinitiiva populatsioonid Tallinna ümbrusest (Vilbas jt, 2012).

5.1.4 Elupaikade fragmenteerumine

Isoleeritud populatsioonid on väga tundlikud keskkonnamõjude ja võõrliikide suhtes, kuna sealt levik naaberaladele on piiratud. Selle peapõhjuseks on toidutaimede puudumine või ebaühtlane jaotus naaberaladel. Probleemiks on ka see, et puudub immigratsioon teistest osapopulatsioonidest. Üldiselt ei peeta tähniksinitiibu võimeliseks läbima rohkem kui mõnda kilomeetrit (Johnson 2000). Näiteks *P. alcon* on Maes jt (2004) hinnangul võimeline läbima kuni 500 m, kuid tume-tähniksinitiiva puhul on dokumenteeritud liikumist kuni 3800 m kaugusele (Hovestadt jt, 2011). Tänapäeval on paljud populatsioonid eraldatud juba aastakümneid ja mõned neist on välja surnud (Wynhoff 1998a). Ka juhuslikud keskkonna muutused võivad avaldada negatiivset mõju isoleeritud populatsioonidele (Wynhoff 1998b). Väikesed ja eraldatud populatsioonid on tundlikud stohhastiliste keskkonnasündmuste suhtes ning geneetiline isolatsioon ja geenitriiv viivad inbriidinguni, millega kaasneb populatsiooni kohasuse langus (Benedick jt, 2007).

5.1.5 Ilmastik

Peremeestaime fenoloogia ja peremeessipelga olemasolu võib erineda aastate jooksul vastavalt ilmastiku muutustele (Grill jt, 2008). Juba mõnepäevane vihmaperiood võib avaldada liblikapopulatsiooni arvukusele suhteliselt tugevat negatiivset mõju, sest nende eluiga on vaid mõni päev (Körösi jt, 2008). Põud mõjutab toidutaime arengut, mis omakorda mõjutab liblikate munemist ja toitumist (Fürst ja Nash, 2010).

Muutused võivad olla vahel vaevumärgatavad, kuid nende tagajärjel võivad liblikatele sobilikud elupaigad täielikult hävida (Wynhoff 1998a). Põhjavee taseme langus on vähendanud paljude sinise-emajuure (ja seega ka *P. alcon*'i) populatsioonide fragmenteerumist nõmmealadel (Wynhoff 1998a). Hollandis on pikad üleujutused lükanud edasi emajuureliste õitsemise, millega kaasneb ka õienuppude vähenemine, kuhu oleks munetud (Wynhoff jt, 1996). Hollandis on hetkel säilinud vaid kolm jätkusuutlikku *P. alcon*'i metapopulatsiooni (Wynhoff 1998a). Ülejäänud väikesed ja isoleeritud populatsioonid on äärmiselt ohustatud ja sõltuvad oluliselt inimtegevusest ja keskkonnamõjudest (Wynhoff 1998a).

5.1.6 Kolleksioneerimine

Tihti peetakse kolleksioneerimist liblikate languse peamiseks põhjuseks (Wynhoff 1998a). Pigem ohustab kogumine liblikaid siis, kui nende arvukus, elupaiga suurus ja kvaliteet on juba oluliselt vähenenud (Wynhoff 1998a). Eestis on liblikakogujaid piisavalt vähe ja nende looduskaitseline teadlikkus ja enesedistsipliin piisavalt kõrge ning kolleksioneerimist ei saa pidada Eesti oludes liigile oluliseks ohuteguriks (Vilbas jt, 2012).

5.2 Kaitsepraktikad

Ohustatud liikide puhul on vajadus hinnata ja arvestada abinõusid, mis kindlustavad nende ellujäämise ja püsimise (Maes jt, 2004). Kindlustamaks unikaalsete tähniksinitiiva populatsioonide ellujäämist, tuleb ette valmistada ja täide viia kaitseabinõud. Edukas kaitse vajab üksikasjalikku mõistmist liikide ökoloogiast ja populatsioonidünaamikast (Hochberg 1992). Tähniksinitiibade kaitse hõlmab tavaliselt elupaiga kaitse alla võtmist (Elmes ja Thomas, 1987). Samas sõltub populatsioonide jätkusuutlik kaitse suuresti ka vanade viljelusmeetodite kaitsest (Wynhoff 1998a). Alpha Täpsemalt on suurem osa Euroopa tähniksinitiibade elupaikadest inimtekkelised ja sõltuvad mõõdukast majandamisest (Grill jt, 2008). Traditsioonilised põllumajanduspraktikad hoiavad taimestiku struktuuri heterogeense ning avatuna tagades termofiilsetele peremeessipelgatele soodsad

elutingimused (Wynhoff 1998a). See tähendaks, et suuri põllualasid niidetakse väikeste osade kaupa, tagades nii mosaiikse maastiku erinevas fenoloogilises järgus niidulappidega. Kirde-Euroopas läbiviidud uuringud näitasid, et *P. rebeli* on palju ohualtim väljasuremisele kui *P.alcon*, sest *P. rebeli* geneetiline mitmekesisus väheneb kiiremini, kui *P.alcon*'il, sest tema populatsioonid on väiksemad ja rohkem isoleeritud. Peale selle kasutab *P. rebeli* toidutaimena südame-emajuurt, mis on Eestis suhteliselt haruldane esinedes valdavalt Lääne- ja Põhja-Eesti kuivadel niitudel ja kadastikes. Taime leiukohtade arv on viimastel aastakümnetel oluliselt vähenenud (Joonis 2). Seetõttu vajab *P. rebeli* kiiret prioriteetset *P.alcon*'ist erinevat kaitseprogrammi (Sielezniew jt, 2012). See on eriti oluline nüüd, kui nimetatud liikide sünonüümina käsitlemine võib viia *P. rebeli* nime eemaldamiseni looduskaitsele prioriseeritud liikide nimekirjast (Sielezniew jt, 2012).

5.2.1 Karjatamine

Et soodustada peremeestaimede kasvu ja peremeessipelgate elutegevust, tuleks elupaiku madala intensiivsusega karjatada (Stankiewicz jt, 2005). Kui muld ei ole liiga kuiv ega määrg, tuleb *P.alcon*'i ja *P. rebeli* populatsioonidele kasuks ulatuslik madala koormusega karjatamise režiim (Wynhoff 1998a). Intensiivsema ja madalama karjatamisega aastad peaks olema vaheldumisi või iga paari-kolme aasta tagant. Selline karjatamine sobib ka Eesti loopealsete majandamiseks. Iga paari aasta tagant soovitatakse vahetada nii karja tüüpi (lambad/veised/hobused/kitsed) kui ka karjatamiskoormust. Hästi mõjub ka väikeste segakarjade pidamine (näiteks hobune-lammas-veis) (Helm 2011).

5.2.2 Niitmine

Oluline on välja selgitada sobivaimad niitmise režiimid üheaegselt liblikale, rööviku toidutaimede ja sipelgatele. *P. rebeli* jaoks soovitatakse näiteks perioodilist tugevat karjatamist või nõmmede ja rohumaade põletamist iga 4-6 aasta järel. Soovitatakse ka mätaste lõikamist piirkondades, kus on ebapraktiline karjatada (Maes jt, 2004). Samas mätaste lõikamine ei sobi nõmme-tähniksinitiivale, kelle toidutaim kasvab tihti just mätastena (M. Vilbas, pers. komm.). Niitmine üks kord aastas, septembri teises pooles, pärast seda, kui röövikud on peremeestaimelt lahkunud, on parim kompromiss kõigile tähniksinitiivadele (Johst jt, 2006; Grill jt, 2008). Lisaks soodustab nimetatud niitmise režiim ka rautsikute arvukust (Grill jt, 2008). Samasugust niitmise režiimi on soovitanud Mouquet

jt (2005) ka *P. alcon*'i puhul. Siiski võib niitmine vähendada kõdu hulka heinamaal tuues kaasa teatud sipelgate ja sellega liblikate arvukuse vähenemise (Grill jt, 2008).

5.2.3 Koostöö maaomanikega

Kuna liblikad asustavad suuresti poollooduslikke eraomandisse kuuluvaid maa-alasid, siis läbirääkimised maaomanikega majandamistingimuste üle nõuavad suurt paindlikkust. Seetõttu on oluline korraldada maaomanikega lepinguid, mis rahuldaks tähniksinitiibade ja teiste looduskaitseks oluliste liikide vajadused (nt märgaladega seotud linnud), kuid oleks soodsad ka maaomanikele (Grill jt, 2008). Pikas perspektiivis on koostöö maaomanikega ainus viis tagamaks märgalade ökosüsteemide ja neid asustavate liikide säilimine. Grill jt (2008) on soovitanud reguleerida elupaikade majandamist ja kaitset iga juhtumi puhul eraldi asukoha põhiselt. Ühtne majandamine naaberaladel võimaldab moodustada suuremaid elupaikade võrgustikke (Marttila jt, 1997; Johst jt, 2006). Inglismaal makstakse maaomanikele suhteliselt suuri summasid vältimaks ebasobivat maakasutust (Brereton jt, 2008). Paljudes piirkondades on traditsiooniliste põllumajanduslike meetmete rakendamine raskendatud (Spitzer jt, 2009). Tõsine oht on näiteks Tšehhis valitsuse poolt maaharijatele makstav toetus puude istutamise eest aladele, mis on potentsiaalsed nõmme-tähniksinitiiva elupaigad (Spitzer jt, 2009).

5.2.4 Toidutaime kaitse

P. rebeli toidutaime (südame-emajuur) populatsioonid on üldjuhul väga stabiilsed (Hochberg jt, 1992). Seevastu sinise emajuure populatsioonide arvukus on väga varieeruv ja liik on ise ohustatud (Oostermeijer jt, 1992). Liik on kõrge looduskaitse tähtsusega kõikides piirkondades, kus ta kasvab (Mouquet jt, 2005) ning on oluliseks aspektiks ka rahvusvahelise tähtsusega märgalade valikul RAMSARi lepingusse. Seega tuleb *P. alcon*'i kaitsestrateegiate planeerimisel arvestada taime populatsioonidünaamikaga rohkem kui ühegi teise tähniksinitiiva puhul (Mouquet jt, 2005).

6. Arutelu

Tähniksinitiibade klassifikatsioon on olnud vaidlusi tekitav: *P.alcon*'i ja *P.rebeli* erineva peremeessipelga, toidutaimede ja biotoobi kasutuse tõttu on neid peetud traditsiooniliselt kaheks erinevaks liigiks (Als jt, 2004). Samas hiljutised uuringud (Sielezniew jt, 2012) geneetilisi erinevusi nimetatud liikide vahel ei leidnud. *P.alcon*'it ja *P.rebeli*'t ei ole võimalik morfoloogiliste tunnuste põhjal eristada (Als jt, 2004). Teadaolevad erinevused nende populatsioonide vahel on tingitud arvatavasti mitmesugustele kohalikele mikroelupaikadele kohastumisest (Pecsenye jt, 2007). On leitud, et *P.alcon*'i populatsioonid võivad toidutaimena kasutada sinise emajuure asemel ka südame-emajuurt, mistõttu ka *P.alcon*'i ja *P.rebeli* ökoloogilised erinevused on hägustumas (Bereczki jt, 2006). Enamik hetkel kättesaadavast teadustöödest käsitleb neid siiski eraldi liikidena (Sielezniew jt, 2012). Tuginedes *P.alcon*'i ja *P.rebeli* ökoloogilistele erinevustele ning käesolevale kirjandusele leiab käesoleva töö autor, et nimetatud ökotüüpe tuleks käsitleda eraldi. Sarnaselt *P.alcon*'ile ja *P.rebeli*'le, on ka nõmme-tähniksinitiiva erinevaid toidutaimi kasutavad populatsioonid geneetiliselt üks liik (Sielezniew jt, 2012). Näiteks Eestis on nii punel kui liivateel toituvaid populatsioone (T. Teder, pers.komm.). Kuna aga nii nõmme-tähniksinitiiva kui *P.alcon*'i / *P.rebeli* puhul tingivad erinevad toidutaimed elupaikades olulisi erinevusi, siis on vastavatele populatsioonidele mõistlik ka eraldi läheneda.

Enamik tänapäeva tähniksinitiibade elupaikadest on inimtekkelised märgalad või nõmmed, mis asuvad põllumajanduslikul maastikul (Grill jt, 2008). *P.alcon* asustab tüüpiliselt niiskeid elupaiku, tavaliselt koos sinise emajuurega, kuid ka koos süstlehise emajuure või saksa emajuurekesega (Steiner jt, 2003; Bereczki jt, 2005). Poolas on leitud küll ka kaudseid tõendeid südame-emajuure kasutamise kohta *P.alcon*'i poolt (Fric jt, 2007). Seevastu *P.rebeli* asustab kuivi elupaiku ja tema tavaliseks toidutaimeks on südame-emajuur, vahel ka põld-emajuureke (Sielezniew ja Stankiewicz, 2007). Kuna seni leitud Eesti populatsioonid Lääne-Virumaal asustavad lubjarikkaid rohumaid ja kasutavad toidutaimena just südame-emajuurt, siis on põhjust arvata, et sinne ökotüüp on just *P.rebeli*, mitte varem arvatud *P.alcon*. Ka 1927. ja 1977. aastal dokumenteeritud üksikisendid (Joonis 1) leiti kuivadelt niitudelt, mis levikukaardi järgi on potentsiaalsed südame-emajuure elupaigad (Joonis 2). Seega on ka nende puhul usutavasti tegemist *P.*

rebeli'ga. Samuti viitab *P. rebeli* levikule Eestis asjaolu, et nimetatud ökotüüp on hiljuti dokumenteeritud ka Leedus (Oškinis 2012). Kuna Eestis esineb ka sinist emajuurt, ei saa põhimõtteliselt välistada ka *P. alcon*'i esinemist, kuid seni vastavad tõendid selle kohta puuduvad. Tõsi, puuduvad ka vastavad uuringud.

Kuna seni teadaolevad *P. rebeli* populatsioonid on üsna väikesed, siis on tegemist kahtlemata looduskaitsele prioriteetse liigiga. Tegemist on väikeste elupaigafragmentidega intensiivse põllumajandusega piirkondades, kus populatsiooni säilimine või häving võib suuresti sõltuda ühe põllumehe suvast. Seetõttu võib väita, et *P. rebeli* on üks ohustatumaid päevaliblikaliike Eestis ning tema püsimine võib suuresti sõltuda looduskaitsete kiirest tegutsemisest. Siiski, kuna südame-emajuur on Eestis levinud Saaremaast kuni Ida-Virumaani (Joonis 2), siis ei saa välistada, et sobivate peremeessipelgate olemasolu korral võib potentsiaalseid *P. rebeli* elupaiku olla senisest märksa rohkem. Seda võiks kinnitada ka varasemast pärit üksikleid, mis on leitud Harjumaalt ja Saaremaalt – kaugel viimati leitud populatsioonidest Lääne-Virumaal. Teisest küljest on südame-emajuure levila Eesti mandriosas märkimisväärselt vähenenud (Joonis 2) ja arvatavasti on põllumajanduslik surve südame-emajuure populatsioonidele jätkuvalt tugev.

On võimalik, et piirkondades, kus esineb rohkem rautsikute liike, on ka tähniksinitiivad kohastunud rohkematele sipelgaliikidele. Kui seni arvati, et *P. alcon*i röövikud on spetsialiseerunud eluks vaid hapra rautsiku kolooniates, siis viimased uuringud on näidanud, et arvukalt parasiteeritakse ka teistel rautsikuliikidel (Pech jt, 2007; Witek jt, 2008). Kaudselt viitab ka Eesti rautsikute suur liigiline mitmekesisus sellele, et siin võivad tähniksinitiivad parasiteerida enam kui ühel peremeesliigil. Liblika-sipelga vaheliste obligatoorsete seoste põhjalik tundmine võib olla võtmefaktoriks ohustatud tähniksinitiibade jätkusuutlikul kaitsel. Oluline on edasi uurida munemise seotust peremeessipelgatega (Fürst ja Nash, 2010), mida on korduvalt tõestatud teistel sinilibliklaste liikidel (Pierce ja Elgar, 1985). Kuna Eestis peremeessipelgad veel uuritud peaaegu ei ole, siis on liigi kaitse tagamisel vajalik uurida tähniksinitiibade elupaikades levivate rautsikute liigilist koosseisu. Kui nõmme-tähniksinitiiva osas on vastavaid uuringuid Eestis juba alustatud, siis teadmised siinsete *P. rebeli* populatsioonide peremeessipelgate kohta puuduvad praegu täiesti. Konkreetse peremeessipelga populatsioonidünaamikat teades saab rakendada konkreetsemaid kaitsemeetmeid.

Kaitsestrateegia ja majandamine tuleks korraldada selliselt, et kasu saaksid nii liblikad kui ka võimalikult paljud potentsiaalsed peremeessipelgad.

P. alcon'i ja *P. rebeli* arvukuse vähenemise põhjused on tihti sarnased teiste liblikaliikidega (Wynhoff 1998a). Kõige suurem mõjutaja on põllumajandus (Thomas 1995). Madala intensiivsusega karjatamine või niitmine tähniksinitiibade elupaikades on *P. alcon*'i ja *P. rebeli* populatsioonide säilimiseks äärmiselt vajalikud (Mouquet jt, 2005). Taimestiku järjepidev niitmine toidutaimede kasvukohtades ja nende läheduses loob soodsad tingimused toidutaimede edasiseks levikuks (Grill jt, 2008). Tänapäeval asuvad mõned suuremad allesjäänud Kesk-Euroopa tähniksinitiibade populatsioonid Saksamaa Ees-Alpide piirkonnas, Šveitsis ja Austrias, kus rohumaa niitmine liblikate elupaikades on jätkunud traditsioonilisel viisil (Grill jt, 2008). Maaomanikud niidavad sageli sünkroonselt ja mastaapselt ja sellega välistatakse heterogeensus maastikus. Samas võib maaomanike poolt tehtav niitmine olla ka kaootiline, kus erinevaid lappe niidetakse täiesti juhuslikult. Lõppkokkuvõttes võib see olla tähniksinitiibadele siiski kasulik, kui ala täiesti majandamata jätmise, sest alad ei võsastu. Lisaks niitmisele tuleb elupaiku regulaarselt vabastada võsast, et vältida toidutaimede väljatõrjumist (Helm 2011). Kui seda ei tehta, tekivad isoleeritud populatsioonid, mis on väga tundlikud keskkonnamõjude ja võõrliikide suhtes (Vilbas jt, 2012). Euroopas peetakse liigi elupaikade kadumise peamiseks põhjuseks karjatamise lakkamist *P. rebeli* elupaikades, mille tagajärjel liigi arvukus oluliselt langes (Sielezniew jt, 2012). Ka Eestis läbiviidud uuringud nõmme-tähniksinitiivaga näitasid, et kõige rohkem mõjutas just karjatamise lõpetamine elupaikade kinnikasvamist (Vilbas jt, 2012). Järelikult on oluline liigi kaitse seisukohalt regulaarne karjatamine, mis võiks toimuda erinevate loomade abil. See tähendab, et kasulik on iga paari aasta tagant vahetada nii karja tüüpi kui ka karjatamiskoormust. Hästi mõjub ka väikeste segakarjade pidamine (näiteks hobune-lammas-veis). Normaalse karjatamiskoormuse korral teeb avatud alal pigem head ka üks-kaks karjatamisvaba aastat viisaastaku jooksul. Karja tüübi vahetamine annab võimaluse aladel elupaiga leida väga mitmesuguste vajadustega liikidel, kuna eri loomad eelistavad erinevaid toidutaimi (Helm 2011).

Probleemiks võib olla ka väetamine, mille tagajärjel kaovad liblikate toidutaimed. Nii on juhtunud näiteks Inglismaal, kus paljud lubjarikkad rohumaad on liblikatele muutunud ebasobivaks just läbi intensiivse väetamise (Brereton jt, 2008). Meie liblikauurijate

tähelepanekute põhjal on väetamine kohati probleemiks ka Saaremaa alvaritel (Vilbas jt, 2012). Järelikult tuleks maaomanikega jõuda kokkuleppele ka kasutatavate väetiste ja nende normide osas, et väetamine ei põhjustaks muutusi looduslikes taimekooslustes. Väiksema mõjuga arendus- ja ehitustegevuse tõttu arvatakse olevat hääbunud nõmme-tähniksinitiiva populatsioonid Tallinna ümbruses (Vilbas jt, 2012). 2004).

Tähniksinitiibade kaitse on IUCNi, Euroopa Nõukogu ja teiste rahvusvaheliste organisatsioonide poolt esmatähtis (Thomas 1984). Praegune napp informatsioon *P. rebeli* populatsioonide asukoha ning suuruse kohta vajab lähimas tulevikus kiiret täiendamist. Esmatähtis peaks olema siinsete populatsioonide leviku, arvukuse ning elupaigakasutuse väljaselgitamine südame-emajuure levila piires. Vältida tuleks teadaolevate populatsioonide väljasuremist. Selleks tuleks maaomanikega tõhustada koostööd ja sõlmida kokkulepped, mis aitavad vältida ebasobivat maaviljelust liblikate püsielupaikades. Samuti tuleks sõlmida kokkulepped naaberalade ühtseks majandamiseks, et luua suuremaid elupaiku. Täpsemate kaitsemeetmete rakendamiseks tuleks siiski lisauuringuid teha ka Eestis levinud ökotüübi täpsemaks väljaselgitamiseks. Samuti on vajalik koguda andmeid siinsete peremeessipelgate ning nende elupaigakasutuse kohta, uurida erinevate majandamispraktikate mõju kolooniate arvukusele ning suurusele.

7. Kokkuvõte

Tähniksinitiibade *Phengaris alcon* ja *P. rebeli* levik ja ökoloogia – mida tuleks arvestada liigi kaitse kavandamisel

Käesoleva töö eesmärgiks oli anda kirjandusel põhinev ülevaade *P. alcon*'i ja *P. rebeli* levikust, ökoloogiast, liiki ohustavatest teguritest ning kaitsepraktikatest. Arvestades siinseid kliimaatilisi tingimusi ning erinevaid peremeessipelgaid, tuleb välja töötada just siinsetesse oludesse sobivad liigi kaitsemeetmed. Tegemist on aktuaalse teemaga, millele viimastel aastatel on üha rohkem tähelepanu osutatud.

Tähniksinitiivad vajavad ellujäämiseks kahte ressursi: 1) spetsiifilist rööviku toidutaime 2) sobivat peremeessipelgaliiki perekonnast rautsik. *P. alcon*'i ja *P. rebeli* röövikud toituvad eranditult emajuurelistel. Algselt arvati, et iga tähniksinitiiva liik on spetsialiseerunud ühele konkreetsele rautsikuliigile, kuid hiljutistest uuringutest on selgunud, et vähemalt regionaalsel skaalal võivad peremeesiplega liigid märkimisväärselt varieeruda. Kuna populatsiooni elumus sõltub eelkõige peremeessipelga kolooniate tihedusest ning suuruselt, tuleb kaitsetegevuse planeerimisel iga tähniksinitiiva populatsiooni käsitleda individuaalselt.

Lähtudes valmiku morfoloogiast ja erinevatest geneetilistest analüüsides ei ole *P. rebeli* staatus eraldi liigina piisavalt argumenteeritud. Samas võivad nimetatud ökotüüpide populatsioonid ökoloogiliselt märkimisväärselt erineda. *P. rebeli* elupaikadeks on valdavalt kuivad rohu- ja karjamaad ning toitainetevaesed lubjarikkad niidud. Samuti esineb *P. rebeli*'t loopealsetel. *P. alcon*'i elupaikadena on dokumenteeritud soiseid niitusid, märgi või mesofiilseid heinamaid. Lisaks parasiteerivad nimetatud ökotüübid valdavalt erinevatel peremeessipelgatel. Teadaolevad erinevused *P. rebeli* ja *P. alcon*'i populatsioonide vahel on tingitud arvatavasti mitmesugustele kohalikele mikroelupaikadele kohastumisest. Nimetatud lokaalsed erinevused toetavad argumenti, et *P. alcon* ja *P. rebeli* on evolutsiooniliselt olulised üksused, mis vajavad erinevaid kaitsemeetmeid.

Suur osa tähniksinitiibade populatsioonide on 20. sajandil hävinud ning langustrendi täheldatakse ka käesoleval hetkel. Peamisteks põhjusteks on sobivate elupaikade kinnikasvamine, liiga intensiivne põllumajandus, ehitustegevus ja koosluste väetamine,

mille tagajärjel elupaigad fragmenteeruvad või hävivad täielikult. Oluline on välja selgitada sobivaimad karjatamise ja niitmisrežiimid üheaegselt nii liblikale, emajuureliste populatsioonile ja sipelgatele. Maaomanikega on vaja korraldada lepinguid, mis rahuldaks nii *P.alcon*'i ja *P. rebeli*, kui ka teiste looduskaitsealsete oluliste liikide ökoloogilised vajadused. Peale selle on vajalik tihe koostöö maaomanike ja keskkonnakaitsjate vahel.

Tähniksinitiivade kaitse on IUCNi, Euroopa Nõukogu ja teiste rahvusvaheliste organisatsioonide poolt esmatähtis. Eestis puudub hetkel ülevaade *P.alcon*'i ja *P. rebeli* levikust. Käesolevaga on teada kolm väikest populatsiooni Lääne-Virumaal. Sobivate kaitsemeetmete väljatöötamiseks on Eestis hetkel vaja eelkõige välja selgitada nimetatud liigi reaalne levik ning arvukus siinsetel aladel. Oluliseks looduskaitsealseteks aspektiks on ka liigi peremeessipelgate väljaselgitamine. Sipelgate ja nende liblikate vaheliste suhete mõistmine on oluline mitmest aspektist vaadatuna. Arvestades nimetatud tähniksinitiiva populatsioonide suurt ruumilist varieeruvust, võib iga uus populatsioon anda olulist informatsiooni liblika-sipelga interaktsioonide ja evolutsiooni kohta. Vaja on välja selgitada Eestis leviv ökotüüp ja vastavalt sellele hakata kavandama selle unikaalse liblikaliigi kaitsemeetmeid. Antud valdkonna edasine uurimine võib anda vastuseid paljudele küsimustele, mis puudutavad sipelgas-liblikas interaktsioone, nende kaitsmist ning kohaliku elurikkuse säilitamist.

8. Summary

***Phengaris alcon* and *P. rebeli* distribution and ecology – what should be considered in planning the protection of the species**

The aim of the present work is to give an overview of the distribution, ecology, endangering factors and protection of *P. alcon* and *P. rebeli* based on literature. Taking into account the local climatic conditions and various host ants, it is necessary to work out the protection measures suitable to the local conditions. The topic, which has received more attention during the last years, is very actual.

Phengaris needs two resources to survive: 1) a specific larva food plant, 2) a suitable host ant species from the *Myrmica* family. Caterpillars of *P. alcon* and *P. rebeli* feed exclusively upon gentians. At first it was thought that every species of *Phengaris* has specialised in one certain species of *Myrmica*. However, later studies have shown that at least on regional scale the species of host ants can vary considerably. As the survival of population depends greatly on the density and size of colonies of host ants, every population of the butterflies should be considered individually when planning the protective measures.

Proceeding from morphology and different genetic analyses of an adult, the status of *P. rebeli* as a separate species is not grounded. The populations of abovementioned ecotypes can ecologically differ considerably. Habitats of *P. rebeli* are mostly dry grasslands and pastures, also calcareous meadows poor in nutrients. Habitats of *P. alcon* are marshy meadows, wet or mesophilic grasslands. In addition to that, these ecotypes predominantly parasitize on different host ants. The known differences between populations of *P. rebeli* and *P. alcon* proceed from adaption of different local microhabitats. The abovementioned local differences support the point, that *P. alcon* and *P. rebeli* are evolutionarily important species that need different protection measures.

A big part of populations of *Phengaris* has been destroyed in 20th century and the decline is noticeable at the moment also. The main reasons are the vanishing of suitable habitats, too intensive agriculture, construction works and fertilisation of biomes; as a result, biotopes fragmentize or disappear completely. It is crucial to find out the most suitable herding and mowing modes for the butterfly, the population of gentians and ants

simultaneously. It is necessary to arrange the contracts with the landowners which would be sufficient for the ecological needs of *P. alcon* and *P. rebeli* and other important species from the point of view wildlife preservation. In addition to that, a tight cooperation between the landowners and environmentalists is necessary.

The protection of *Phengaris* is extremely important for IUCN, the Council of Europe and other international organisations. At the moment, Estonia lacks a clear overview of distribution of *P. alcon* and *P. rebeli*. Currently, three little populations are known in Lääne-Virumaa. To work out the suitable protection measures Estonia needs to find out the real distribution and population of the mentioned species on its territory. Another important aspect of wildlife conservation is finding out host ants. Understanding the relationships between ants and the butterflies is important from different aspects. Taking into consideration the big spacial variety, every new population can give important information about the interactions and evolution of a butterfly-ant. It is necessary to find out the range of ecotype in Estonia and start planning the protection of the butterfly species according to that. Further exploration of the subject can provide answers to many questions concerning interaction between ants and butterflies, their protection and preservation of local biodiversity.

9. Tänuavaldused

Olen väga tänulik oma juhendajatele Margus Vilbasele ning Tiit Tederile, kes olid suureks abiks ja innustajateks minu bakalaureusetöö valmimisel.

10. Kasutatud kirjandus

- Akino T, Knapp JJ, Thomas JA, Elmes GW (1999) Chemical mimicry and host specificity in the butterfly *Maculinea rebeli*, a social parasite of *Myrmica* ant colonies. Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences 266:1419–1426
- Als TD, Nash DR, Boomsma JJ (2002) Geographical variation in host ant specificity of the parasitic butterfly *Maculinea alcon* in Denmark. Ecological Entomology 27:403–414
- Als TD, Vila R, Kandul NP, Nash DR, Yen SH, Hsu YF, Mignault AA, Boomsma JJ, Pierce NE (2004) The evolution of alternative parasitic life histories in large blue butterflies. Nature 432:386–390
- Arnaldo PS, Wynhoff I, Soares P, Rodrigues MC, Aranha J, Csösz S, Maravalhas E, Tartally A (2011) *Maculinea alcon* exploits *Myrmica aloba* in Portugal: unusual host ant species of a myrmecophilous butterfly in a peripheral region. Journal of Insect Conservation 15:465–467
- Barbero F, Thomas JA, Bonelli S, Balletto E, Schönrogge K (2009) Queen ants make distinctive sounds that are mimicked by a butterfly social parasite. Science 323:782–785
- Batáry P, Kőrösi Á, Örvösy N, Kövér S, Peregovits L (2009) Species-specific distribution of two sympatric *Maculinea* butterflies across different meadow edges. Journal of Insect Conservation 13:223–230
- Benedick S, White TA, Searle JB, Hamer KC, Mustaffa N, Vun Khen C, Mohamed M, Schilthuizen M, Hill JK (2007) Impacts of habitat fragmentation on genetic diversity in a tropical forest butterfly on Borneo. Journal of Tropical Ecology 23:623–634
- Bereczki J, Pecsénye K, Peregovits L, Varga Z (2005) Pattern of genetic differentiation in the *Maculinea alcon* species group (Lepidoptera, Lycaenidae) in Central Europe. Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research 43:157–165
- Bereczki J, Pecsénye K, Varga Z (2006) Geographical versus food plant differentiation in populations of *Maculinea alcon* (Lepidoptera: Lycaenidae) in Northern Hungary. European Journal of Entomology 103:725–732

- Brereton TM, Warren MS, Roy SB, Stewart K (2008) The changing status of the Chalkhill Blue butterfly *Polyommatus coridon* in the UK: the impacts of conservation policies and environmental factors. *Journal of Insect Conservation* 12:629–638
- Clarke RT, Thomas JA, Elmes GW, Hochberg ME (1997) The effects of spatial patterns in habitat quality on community dynamics within a site. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 264:347–354
- Clarke, RT, Thomas JA, Elmes GW, Wardlaw JC, Munguira ML, Hochberg ME (1998) Population modelling of the spatial interactions between *Maculinea rebeli* their initial foodplant *Gentiana cruciata* and *Myrmica* ants within a site. *Journal of Insect Conservation* 2:29–37
- Cottrell CB (1984) Aphytophagy in butterflies: its relationship to myrmecophily. *Zoological Journal of the Linnean Society* 80:1–57
- Dierks A, Fischer K (2009) Habitat requirements and niche selection of *Maculinea nausithous* and *M. teleius* (Lepidoptera: Lycaenidae) within a large sympatric metapopulation. *Biodiversity and Conservation* 18:3663–3676
- Elmes GW, Thomas JA (1987) Die Gattung *Maculinea*. Geiger W Tagfalter und ihr Lebensraum (ed). Schweizerisches Bund für Naturschutz, Basel, Switzerland 354–368
- Elmes GW, Thomas JA (1992) Complexity of species conservation in managed habitats: interaction between *Maculinea* butterflies and their ant hosts. *Biodiversity and Conservation* 1:155–169
- Elmes GW, Thomas JA, Hammarstedt O, Munguira ML, Martin J, Van Der Made JG (1994) Differences in host-ant specificity between Spanish, Dutch and Swedish populations of the endangered butterfly *Maculinea alcon* (Denis et Schiff.) (Lepidoptera). *Memorabilia Zoologica* 48:55–68
- Elmes GW, Thomas JA, Wardlaw JC, Hochberg ME, Clarke RT, Simcox DJ (1998) The ecology of *Myrmica* ants in relation to the conservation of *Maculinea* butterflies. *Journal of Insect Conservation* 2:67–78
- Elmes GW, Wardlaw JC, Schönrogge K, Thomas JA, Clarke RT (2004) Food stress causes differential survival of socially parasitic caterpillars of *Maculinea rebeli* integrated in colonies of host and non-host *Myrmica* ant species. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 110:53–63

- Elmes GW, Wardlaw JC, Thomas JA (1991) Larvae of *Maculinea rebeli*, a large-blue butterfly, and their *Myrmica* host ants: patterns of caterpillar growth and survival. *Journal of Zoology* 224:79–92
- Elmqvist H, Nielsen PS (2007) Åtgärdsprogram för bevarande av svartfläckig blåvinge. Naturvårdsverket. Stockholm
- Fiedler K (1994) Lycaenid butterflies and plants: is myrmecophily associated with amplified hostplant diversity? *Ecological Entomology* 19:79–82
- Fric Z, Wahlberg N, Pech P, Zrzavý J (2007) Phylogeny and classification of the *Phengaris-Maculinea* clade (Lepidoptera: Lycaenidae): total evidence and phylogenetic species concepts. *Systematic Entomology* 32:558–567
- Fürst MA, Nash DR (2010) Host ant independent oviposition in the parasitic butterfly *Maculinea alcon*. *Biology Letters* 6:174–176
- Grill A, Cleary DF, Stettmer C, Bräu M, Settele J (2008) A mowing experiment to evaluate the influence of management on the activity of host ants of *Maculinea* butterflies. *Journal of Insect Conservation* 12:617–627
- Helm A (2011) Eesti loopealsed ja kadastikud. Pärandkoosluste Kaitse Ühing. Tartu Ülikool. 35 lk
- Hochberg ME, Clarke RT, Elmes GW, Thomas JA (1994) Population dynamic consequences of direct and indirect interactions involving a large blue butterfly and its plant and red ant hosts. *Journal of Animal Ecology* 63:375–391
- Hochberg ME, Thomas JA, Elmes GW (1992) A modelling study of the population dynamics of a large blue butterfly, *Maculinea rebeli*, a parasite of red ant nests. *Journal of Animal Ecology* 61:397–409
- Hovestadt T, Binzenhöfer B, Nowicki P, Settele J (2011) Do all inter-patch movements represent dispersal? A mixed kernel study of butterfly mobility in fragmented landscapes. *Journal of Animal Ecology* 80:1070–1077
- Hölldobler B, Wilson EO (1990) The ants. Berlin: Springer-Verlag. 732 lk
- Jansen SH, Holmgren M, van Langevelde F, Wynhoff I (2012) Resource use of specialist butterflies in agricultural landscapes: conservation lessons from the butterfly *Phengaris (Maculinea) nausithous*. *Journal of Insect Conservation* 16:921–930
- Johnson MP (2000) The influence of patch demographics on metapopulations, with particular reference to successional landscape. *Oikos* 88:67–74

- Johst K, Drechsler M, Thomas JA, Settele J (2006) Influence of mowing on the persistence of two endangered large blue butterfly species. *Journal of Applied Ecology* 43:333–342
- Jürivete U, Õunap E (2008) Eesti liblikad. Kataloog. Estonian Lepidoptera. Catalogue. Tallinn. 175 lk
- Kask M, Kuusk V, Talts S, Viljasoo L (1978) Metsa- ja niidutaimed. Tallinn. 224 lk
- Kauer K, Köster T, Sammul M, Viiralt R (2006) Grazing influence on nutrient cycle and hay quality of coastal grassland plant associations. J. Lloveras, A. Gonzalez-Rodriguez, O. Vazquez-Yanez, J. Pineiro, O. Santamaria, L. Olea, M.J. Pobla (eds). Sustainable Grassland Productivity. Proceedings of the 21st General Meeting of the European Grassland Federation Spain, Badajoz: Wageningen Academic Publishers 342–344
- Kukk T, Kull T (2005) Eesti taimede levikuatlas. EMÜ põllumajandus- ja keskkonnainstituut. 528 lk
- Körösi A, Örvössy N, Batáry P, Kövér S, Pergovits L (2008) Restricted within-habitat movement and time-constrained egg laying of female *Maculinea rebeli* butterflies. *Oecologia* 156:455–464
- Küer A, Fartmann T (2005) Prominent shoots are preferred: Microhabitat preferences of *Maculinea alcon* ([Denis and Schiffermüller], 1775) in Northern Germany (*Lycaenidae*). *Nota Lepidopterologica* 27:309–319
- Maavara V (1953) Eesti NSV sipelgad. Tartu. 44 lk
- Maavara V (1993) Kui palju on Eestis sipelgaid? *Eesti Loodus* 1:9–12
- Maes D, Vanreusel W, Talloen W, Van Dyck H (2004) Functional conservation units for the endangered Alcon Blue butterfly *Maculinea alcon* in Belgium (Lepidoptera:Lycaenidae). *Biological Conservation* 120:229–241
- Marttila O, Saarinen K, Jantunen J (1997) Habitat restoration and a successful reintroduction of the endangered Baton Blue butterfly (*Pseudophilotes baton schiffermuelleri*) in SE Finland. *Annales Zoologici Fennici* 34:177–185
- Meyer-Hozak C (2000) Population biology of *Maculinea rebeli* (Lepidoptera: Lycaenidae) on the chalk grasslands of Eastern Westphalia (Germany) and implications for conservation. *Journal of Insect Conservation* 4:63–72
- Mouquet N, Belrose V, Thomas JA, Elmes GW, Clarke RT, Hochberg ME (2005) Conserving community modules: a case study of the endangered Lycaenid butterfly *Maculinea alcon*. *Ecology* 86:3160–3173

- Munguira ML, Martin J (1993) The conservation of endangered lycaenid butterflies in Spain. *Biological Conservation* 66:17–22
- Munguira ML, Martin J (1999) Action Plan for the *Maculinea* Butterflies in Europe. Nature and Environment, No 97. Council of Europe Publishing, Strasbourg. 64 lk
- Nash DR, Als TD, Maile R, Jones GR, Boomsma JJ (2008) A mosaic of chemical coevolution in a large blue butterfly. *Science Signaling* 319:88–90
- Oostermeijer JGB, Dennis JCM, Raijmann LEL, Menken SBJ (1992) Population biology and management of the marsh gentian (*Gentiana pneumonanthe* L), a rare species in the Netherlands. *Botanical Journal of the Linnean Society* 108:117–130
- Oškinis V (2012) Relationship between the butterfly *Phengaris rebeli* and its larval host plant *Gentiana cruciata* in Lithuanian population. *Ekologija* 58:369–373
- Öckinger E, Hammarstedt O, Nilsson SG, Smith HG (2006) The relationship between local extinctions of grassland butterflies and increased soil nitrogen levels. *Biological Conservation* 128:564–573
- Pech P, Fric Z, Konvička M (2007) Species-specificity of the *Phengaris* (*Maculinea*) – *Myrmica* host system: Fact or myth? (Lepidoptera: Lycaenidae; Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology* 50:983–1004
- Pech P, Fric Z, Konvička M, Zrzavý J (2004) Phylogeny of *Maculinea* blues (Lepidoptera: Lycaenidae) based on morphological and ecological characters: evolution of parasitic myrmecophily. *Cladistics* 20:362–375
- Pecsénye K, Bereczki J, Tihanyi B, Tóth A, Pergovits L, Varga Z (2007) Genetic differentiation among the *Maculinea* species (Lepidoptera: Lycaenidae) in eastern Central Europe. *Biological Journal of the Linnen Society* 91:11–21
- Petersen W (1927) Eesti päevaliblikad. Tartu. 95 lk
- Pierce NE, Braby MF, Heath A, Lohman DJ, Mathew J, Rand DB, Travassos MA (2002) The ecology and evolution of ant association in the Lycaenidae (Lepidoptera). *Annual Review of Entomology* 47:733–771
- Pierce NE, Elgar MA (1985) The influence of ants on host plant selection by *Jalmenus evagoras*, a myrmecophilous lycaenid butterfly. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 16:209–222
- Rodrigues MC, Soares P, Aranha J, Seixas P (2010) Characterization of a *Maculineaalcon* population in the Alvão Natural Park (Portugal) by a mark-recapture method. *Forest Landscapes and Global Change – New Frontiers in Management, Conservation and*

- Restoration. Proceedings of the IUFRO Landscape Ecology Working Group International Conference, Bragança, Portugal:404-408
- Schaider P, Jakšić P (1989) *Die Tagfalter von jugoslawisch Mazedonien Diurna (Rhopalocera und Hesperidae)*. Paul Schaider
- Schlick-Steiner BC, Steiner FM, Höttinger H (2002) Gefährdung und Schutz des Kreuzenzian-Ameisen-Bläulings *Maculinea rebeli* in Niederösterreich und Burgenland (Lepidoptera, Lycaenidae). Linzer biologische Beiträge 34:349–376
- Schönrogge K, Wardlaw JC, Thomas JA, Elmes GW (2000) Polymorphic growth rates in myrmecophilous insects. Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences 267:771–777
- Settele J, Kühn E (2009) Insect conservation. Science 325:41–42
- Sielezniew M, Rutkowski R, Ponikwicka-Tyszko D, Ratkiewicz M, Dziekanśka I, Švitra G (2012) Differences in genetic variability between two ecotypes of the endangered myrmecophilous butterfly *Phengaris* (= *Maculinea*) *alcon* – the setting of conservation priorities. Insect Conservation and Diversity 5:223–236
- Sielezniew M, Stankiewicz AM (2007) Differences in the development of the closely related myrmecophilous butterflies *Maculinea alcon* and *M. rebeli* (Lepidoptera: Lycaenidae). European Journal of Entomology 104:433–444
- Sielezniew M, Stankiewicz AM (2008) *Myrmica sabuleti* (Hymenoptera: Formicidae) not necessary for the survival of the population of *Phengaris* (*Maculinea*) *arion* (Lepidoptera: Lycaenidae) in eastern Poland: lower host-ant specificity or evidence for geographical variation of an endangered social parasite. European Journal of Entomology 105:637–641
- Sielezniew M, Stankiewicz AM (2009) Host ant use by *Phengaris* (= *Maculinea*) *alcon* (Lepidoptera, Lycaenidae) in Poland. Polish Journal of Entomology 78:323–335
- Spitzer L, Benes J, Dandova J, Jaskova V, Konvicka M (2009) The Large Blue Butterfly, *Phengaris* (*Maculinea*) *arion*, as a conservation umbrella on a landscape scale: The case of the Czech Carpathians. Ecological Indicators 9:1056–1063
- Stankiewicz AM, Sielezniew M, Švitra G (2005) *Myrmica schencki* (Hymenoptera: Formicidae) rears *Maculinea rebeli* (Lepidoptera: Lycaenidae) in Lithuania: new evidence for geographical variation of host-ant specificity of an endangered butterfly. Myrmecologische Nachrichten 7:51–54

- Steiner FM, Sielezniew M, Schlick-Steiner BC, Höttinger H, Stankiewicz AM, Górnicki A (2003) Host specificity revisited: New data on *Myrmica* host ants of the lycaenid butterfly *Maculinea rebeli*. *Journal of Insect Conservation* 7:1–6
- Steiner FM, Schlick-Steiner BC, Höttinger H, Nikiforov A, Moder K, Christian E (2006) *Maculinea alcon* and *M. rebeli* (Insecta: Lepidoptera: Lycaenidae)—one or two alcon blues? Larval cuticular compounds and egg morphology of East Austrian populations. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien* 107 B:165–180
- Talgre L, Lauringson E, Roostalu H, Astover A, Ereemeev V, Selge A (2009) The effects of pure and undersowing green manures on yields of succeeding spring cereals. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil and Plant Science* 59:70–76
- Tartally A, Nash DR, Lengyel S, Varga Z (2008) Patterns of host ant use by sympatric populations of *Maculinea alcon* and *M. 'rebeli'* in the Carpathian Basin. *Insectes Sociaux* 55:370–381
- Tartally A, Varga Z (2008) Host ant use of *Maculinea teleius* in the Carpathian Basin (Lepidoptera: Lycaenidae). *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 54:257–268
- Thomas JA (1984) The behaviour and habitat requirements of *Maculinea nausithous* (the dusky large blue butterfly) and *M. teleius* (the scarce large blue) in France. *Biological Conservation* 28:325–347
- Thomas JA (1995) The conservation of declining butterfly populations in Britain and Europe: priorities, problems and successes. *Biological Journal of the Linnean Society* 56: 55–72
- Thomas JA (2002) Larval niche selection and evening exposure enhance adoption of a predacious social parasite, *Maculinea arion* (large blue butterfly), by *Myrmica* ants. *Oecologia* 132:531–537
- Thomas JA, Clarke RT, Elmes GW, Hochberg ME (1998) Population dynamics in the genus *Maculinea* (Lepidoptera: Lycaenidae). *Insect Populations In theory and in practice*:261–290
- Thomas JA, Elmes GW (1998) Higher productivity at the cost of increased host-specificity when *Maculinea* butterfly larvae exploit ant colonies through trophallaxis rather than by predation. *Ecological Entomology* 23:457–464
- Thomas JA, Elmes GW (2001) Food-plant niche selection rather than the presence of ant nests explains oviposition patterns in the myrmecophilous butterfly genus

- Maculinea*. Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences 268:471–477
- Thomas JA, Elmes GW, Wardlaw JC, Woyciechowski M (1989) Host specificity among *Maculinea* butterflies in *Myrmica* ant nests. *Oecologia* 79:452–457
- Thomas JA, Settele J (2004) Evolutionary biology: butterfly mimics of ants. *Nature* 432:283–284
- Thomas JA, Simcox DJ, Clarke RT (2009) Successful Conservation of a Threatened *Maculinea* Butterfly. *Science* 325:80–83
- Thomas JA, Wardlaw JC (1992) The capacity of a *Myrmica* ant nest to support a predacious species of *Maculinea* butterfly. *Oecologia* 91:101–109
- Tolman T, Lewington R (2001) Butterflies of Britain and Europe. Harpercollins Pub Limited. 536 lk
- Van Dyck H, Oostermeijer JGB, Talloen W, Feenstra V, Van der Hidde A, Wynhoff I (2000) Does the presence of ant nests matter for oviposition to a specialized myrmecophilous *Maculinea* butterfly? Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences 267:861–866
- Van Langevelde F, Wynhoff I (2009) What limits the spread of two congeneric butterfly species after their reintroduction: quality or spatial arrangement of habitat? *Animal Conservation* 12:540–548
- Van Swaay C, Cuttelod A, Collins S, Maes D, Munguira ML, Šašić M, Settele J, Verovnik R, Verstrael T, Warren M, Wiemers M, Wynhoff I (2010) (ed) European Red List of Butterflies. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 48 lk
- Van Swaay C, Warren MS (1999) Red Data Book of European Butterflies (Rhopalocera). Council of Europe Publishing, Strasbourg:124–139
- Viidalepp J, Möls T (1963) Eesti suurliblikate määraja. I. Päevaliblikad. Abiks loodusevaatlejale Nr 49. 133 lk
- Viidalepp J, Remm H (1996) Eesti liblikate määraja. Tallinn. 445 lk
- Vilbas M (2012) Nõmme-tähniksinitiiva (*Phengaris arion* L.) (Lepidoptera: Lycaenidae) elupaigakasutus ja ökoloogia Eestis. Tartu Ülikool. 40lk
- Vilbas M, Lindman L, Õunap E, Tiitsaar A, Esperk T, Teder T, Tammaru T (2012) Nõmme-tähniksinitiiva (*Phengaris arion* L.) kaitse tegevuskava. Tartu Ülikool. 30 lk

- Witek M, Śliwiska EB, Skórka P, Nowicki P, Settele J, Woyciechowski M (2006) Polymorphic growth in larvae of *Maculinea* butterflies, as an example of biennialism in myrmecophilous insects. *Oecologia* 148:729–733
- Witek M, Śliwiska EB, Skórka P, Nowicki P, Wantuch M, Vrabec V, Settele J, Woyciechowski M (2008) Host ant specificity of large blue butterflies *Phengaris* (*Maculinea*) (Lepidoptera: Lycaenidae) inhabiting humid grasslands in east-central Europe. *European Journal of Entomology* 105:871–877
- Wynhoff I, Oostermeijer JGB, Scheper M, van der Made JG (1996) Effects of habitat fragmentation on the butterfly *Maculinea alcon* in the Netherlands. In *Species Survival in Fragmented Landscapes* (eds) J. Settele, C. Margules, P. Poschlod and K. Henle. The GeoJournal Library 35:15–23
- Wynhoff I (1998a) The recent distribution of the European *Maculinea* species. *Journal of Insect Conservation* 2:15–27
- Wynhoff I (1998b) Lessons from the reintroduction of *Maculinea teleius* and *M. nausithous* in the Netherlands. *Journal of Insect Conservation* 2:47–57

Internetiallikad

- Internet 1. The IUCN Red List of Threatened Species 2012. Kättesaadav: <http://www.iucnredlist.org>
- Internet 2. eElurikkus. Kättesaadav: <http://elurikkus.ut.ee>

11.Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina Ingrid Talgre

(sünnikuupäev: 10.09.1990)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Tähniksinitiibade *Phengaris alcon* ja *P. rebeli* levik ja ökoloogia– mida tuleks arvestada liigi kaitse kavandamisel

Mille juhendajad on

Margus Vilbas, Tiit Teder

1.1 reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 23.05.2013